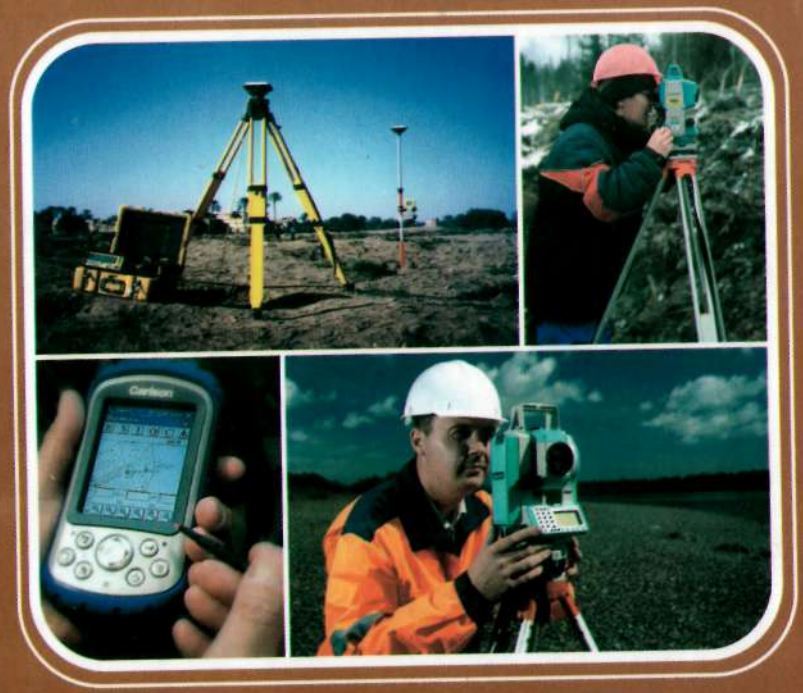
Ў35.2
526
A-24

SH.K. AVCHIYEV

AMALIY GEODEZIYA



4350
526
A-27

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

SH.K. AVCHIYEV

AMALIY GEODEZIYA

Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik

B 14279
O'z M U
ilmiy kutubxonasi

„VORIS-NASHRIYOT"
TOSHKENT – 2010

26.12
A24

Taqrizchilar: **E.Isakov** – Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti „Geodeziya“ kafedrasi mudiri, texnika fanlari nomzodi, dotsent;
A.S.Suyunov – texnika fanlari doktori, professor;
S.A.Toshpo'latov – Toshkent arxitektura-qurilish instituti „Geodeziya va kadastr“ kafedrasi dotsenti, texnika fanlari nomzodi.

Mazkur darslikda injener-geodezik ishlarning quyidagi asosiy turlari: topografik-geodezik qidiruv, chiziqli inshootlarni trassalash, rejalash ishlari, qurilish konstruksiyalarini loyihaviy holatda o'rnatish va tekshirishning geodezik usullari, inshootlar deformatsiyasini kuzatish, yo'l-transport, gidrotexnik, yer osti hamda noyob inshootlarni loyihalash va qurishdagi geodezik ishlarning nazariyasi va amaliyoti bayon etilgan.

Darslik „Geodeziya, kartografiya va kadastr“ ta'lim yo'nalishi hamda „Amaliy geodeziya“ mutaxassisligi bo'yicha ta'lim olayotgan talabalarga mo'ljallangan bo'lib, undan shu sohada ishlaydigan injener-texnik xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

ISBN 978–9943–375–32–1

© Voris-Nashriyot, 2010.

SO‘ZBOSHI

Respublikamizda yirik korxonalar, inshootlar, ko‘p qavatli va zamonaviy turar joy binolari, madaniy-maishiy muassasalar, yirik va katta uzunlikdagi ko‘priklar, avtomobil va temir yo‘llari qurilmoqda. Ularni loyihalash, qurish va ishlatish jarayonida uzluksiz geodezik o‘lchash va kuzatish ishlari olib boriladi.

Mazkur darslik oliy ta’lim muassasalarining „Geodeziya, kartografiya va kadastr“ yo‘nalishi davlat ta’lim standartiga kiritilgan „Injenerlik geodeziyasi“ hamda „Amaliy geodeziya“ mutaxassisligi uchun tuzilgan „Amaliy geodeziya“ fanlari dasturlari asosida yozilgan.

Ushbu darslik ikki qismdan iborat bo‘lib, uni yozishda muallif o‘zining ko‘p yillik tajribasiga va bu sohoda nashr etilgan adabiyotlarga asoslandi.

Darslikning birinchi qismida injener-geodezik ishlarning asosiy turlari: planli hamda balandlik injener-geodezik tarmoqlarni barpo etish, tarmoqlar loyihasining aniqligini baholash, chiziqli inshootlarni trassalash, geodezik rejalash ishlari va usullari, qurilish konstruksiyalari va texnologik ashyolarni geodezik o‘rnatish va tekshirish, ijroiy plan olishlar, bino va inshootlar cho‘kishini aniqlashdagi geodezik usullar, inshootlarning gorizontal siljishini o‘lchash, stvor kuzatishning sxemalari va dasturlari haqida bayon etilgan.

Ikkinchi qismida injenerlik inshootlarining asosiy turlarini loyihalash va qurishda bajariladigan geodezik ishlar: avtomobil va temiryo‘llarni qurishda geodezik ta’minlash, gidrotexnik inshootlar hamda gidrouzellarni loyihalash va qurishda geodezik ta’minlash, tunnel trassasini geodezik asoslash, yer osti geodezik asos tormog‘ini oriyentirlash usullari batafsil yoritilgan. Darslik ilk bor o‘zbek tilida tayyorlanganligi sababli, ayrim kamchiliklardan xoli bo‘lmasligi mumkin. Muallif darslik to‘g‘risida bildirilgan barcha fikr va mulohazalarni mamnuniyat bilan qabul qiladi.

UMUMIY MA'LUMOTLAR

1-§. Amaliy geodeziya fani va uning vazifalari

Amaliy geodeziya fani qurilishda, tog' qidiruv ishlari hamda bino va inshootlarni geodezik kuzatishda yuzaga keladigan turli xil amaliy va ilmiy masalalarni yechishda topografik-geodezik ta'minlash usullarini o'rganadi. Qisqa ma'noda amaliy geodeziya topografik-geodezik qidiruv, bino va inshootlar loyihalarini tuzish va joyga ko'chirish, ularni qurish jarayonida geodezik o'lchashlar bilan ta'minlash, bino va inshootlar deformatsiyasini aniqlash va hokazo ishlar bilan shug'ullanadi.

O'lchash usullari va natijalarini matematik qayta ishlashda hamda geodezik tayanch tarmoqlarni barpo etish va rejalash ishlarini bajarishda turli xil asbob-uskunalar qo'llaniladi. Hozirgi kunda injener-geodezik ishlarni bajarish uchun zamonaviy hisoblash texnikasi, lazer qurilmalari, elektron asboblar hamda GRS- tizimlari keng qo'llanilmoqda.

Amaliy geodeziyaning tashkiliy qismlari quyidagilardan iborat:

1) maydonlar va trassalarni topografik-geodezik qidiruv ishlari;

2) bino va inshootlarni injener-geodezik loyihalash;

3) geodezik rejalash ishlari;

4) qurilish konstruksiyalari va texnologik qurilmalarni geodezik usulda o'rnatish va tekshirish;

5) bino va ularning poydevorlari deformatsiyasini kuzatish va aniqlash.

Bu qismlarning har biri qurilish jarayonining ma'lum bosqichi bilan bog'liq bo'lib, yechiladigan masala, o'lchash usuli va aniqligi bilan bir-biridan farq qiladi.

Topografik-geodezik qidiruv ishlari. Joyda planli va balandlik tayanch tarmoqlarini hamda maydonning yirik masshtabli topografik planini tuzish, chiziqli inshootlarni

trassalash va boshqalar topografik-geodezik qidiruv ishlari tarkibiga kiradi.

Topografik-geodezik qidiruv ishlari bino va inshootlarni loyihalash uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Injener-geodezik loyihalash. Bino va inshootlar loyihasini tuzishga bog'liq bo'lgan geodezik ishlar, tegishli masshtablardagi topografik plan va profillar hamda binoning bosh planini tuzish, loyihani joyga ko'chirishdagi geodezik o'lchash va hisoblashlar, maydon va hajmlarni hisoblash va hokazolar injener-geodezik loyihalash ishlari tarkibiga kiradi.

Loyihani rejalash. Ishning bu turi yuqori aniqlikdagi o'lchash ishlarini talab qiladi. Rejalash ishlari tarkibiga triangulatsiya, trilateratsiya, poligonometriya, qurilish to'ri ko'rinishidagi rejalash asosini tuzish, binoning bosh o'qlari hamda yer osti kommunikatsiyalarini joyga ko'chirish va shu kabilarni kiritish mumkin.

Konstruksiyalarni geodezik usulda o'rnatish va tekshirish. Bu bosqich injener geodezik ishlarning ancha aniq turi hisoblanib, bunda qurilish konsturksiyalarini gorizontal, vertikal va qiya yo'nalishlar bo'yicha o'rnatish ishlari bajariladi.

Bino deformatsiyasini kuzatish. Bu bosqich poydevorning cho'kishini kuzatish, binolarning gorizontal siljishini aniqlash, baland inshootlarning og'ishini kuzatish kabi ishlardan iborat bo'lib, yuqori aniqlikdagi geodezik usullar orqali bajariladi.

2-§. Amaliy geodeziyaning qisqacha rivojlanish tarixi va uning hozirgi davr qurilishidagi o'rni

Ma'lumki, geodeziya qadimiy fan bo'lib, u boshqa fanlar kabi insoniyatning kundalik hayotiy zaruriyati natijasida vujudga kelgan.

Uning yordamida qadimiy noyob inshootlar: balandligi 150—200 m bo'lgan piramidalar, mayoqlar, gidrotexnik inshootlar, ko'priklar, tunnellar, katta masofadagi yo'llar

hamda o‘zining salohiyati bilan hozir ham insoniyatni hayratga solib kelayotgan saroy va qasrlar qurilgan.

Bu inshootlar shu davrdagi rejalash va trassalash ishlarining yuqori darajada amalga oshirilganligidan dalolat beradi. Qadimgi me’morlar to‘g‘ri burchak va aylanma qayrilmalarni yasash, balandlik otmetkalarini uzatish, nishablik yasash, inshootlarni joyga ko‘chirish, trassalash, tunnel tutashmalarini ta’minlash kabi geodezik ishlarni bajarishgan. O‘sha paytdagi chiziqli o‘lchashlar 1:2000—1:3000 nisbiy xatolikda, burchak o‘lchashlar 2—4′, balandlik o‘lchashlar esa 1—2 sm aniqlikda bajarilgan bo‘lib, bu holat qariyb XIX asrgacha saqlanib kelgan.

Kundalik hayotiy masalalarni yechishda bajariladigan geodezik ishlar bilan bir qatorda yer shakli va uning o‘lchamlari haqida ham ilmiy fikrlar paydo bo‘la boshladi. Dastlab yerni shar shaklida degan shaxs miloddan V asr ilgari yashagan grek faylasufi Aristotel (384—322) bo‘lgan. Yerning o‘lchamlarini birinchi bo‘lib Eratosfen (276—194) hisoblagan. Nyuton yer shar shaklida emas, balki sferoid shaklida ekanligini nazariy jihatdan isbotlagan. Bu xulosa to‘g‘ri bo‘lib chiqdi va keyinroq yerning o‘lchamlari aniqlandi. Bu borada Xorazmlik ensiklopedist olim Abu Rayhon Beruniyning (973—1048) ham hissasi katta. U o‘zining 40 dan ortiq asarlarida geodeziya fani tarixiga oid boy va qimmatli ma’lumotlar bergan.

Injener-geodezik ishlarning keyingi taraqqiyoti XIX asrga to‘g‘ri keladi. Katta hajmdagi yo‘l qurilishlari, tunnel va kanallar qurilishi bu inshootlarni qidiruv va rejalashning maxsus usullarini ishlab chiqishni talab etadi. Chiziqli inshootlarni qidiruv ishlari katta maydonlarni planga tushirishn talab etardi, bu esa o‘z o‘rnida katta hajmdagi plan olish shahobchalarini barpo etishni, ularning aniqligini baholash va tenglashtirish ishlarini talab etardi.

O‘sha davrlarda yaratilgan o‘lchash asboblari, ya’ni radio va yorug‘lik dalnomerlari, lazer asboblari geodeziya fanining har tomonlama o‘sishiga yordam bergan.

Injener-geodezik ishlarning keyingi rivojlanishi 1950- yillarga to'g'ri keladi. Bu davrda murakkab noyob inshootlar, fazoviy tizimlarning katta majmuyi qad ko'tardi, bino va inshootlar siljishini kuzatishning yangi usullari ishlab chiqildi va ishlab chiqarishga tadbiq etila boshlandi.

Hozirgi paytda amaliy geodeziyaning o'rni keskin ortib bormoqda.

Ko'p qavatli bino va inshootlar qurilishlarini mexanizatsiyalash va texnologik ishlab chiqarishni avtomatlashtirish, geodezik o'lchashlar aniqligini sezilarli darajada oshirishni talab etadi.

Injener-geodezik ishlarning keyingi taraqqiyotidagi asosiy vazifa yuqori aniqlikdagi o'lchash ishlarini avtomatlashtirish, qurilish konstruksiyalari va texnologik ashyolarni o'rnatish va tekshirishda lazer, elektron texnikalarining yangi yutuqlarini qo'llashdan iborat.

3-§. Amaliy geodeziyaning boshqa fanlar bilan munosabati

Amaliy geodeziya fani geodeziya, matematika, geometriya, astronomiya, fizika, kartografiya fanlari bilan chambarchas bog'liq bo'lib, bu fanlar bilan birga taraqqiy etdi.

Ushbu kurs geodeziya, oliy geodeziya, fotogrammetriya, geodezik o'lchashlarni matematik qayta hisoblash fanlarining nazariy va amaliy qoidalariga asoslanadi. Fizika, mexanika va optika qonunlariga asoslangan holda geodezik asboblar yaratilmoqda. Yer shakli va uning o'zgarishidagi jarayonlarni o'rganishda geofizika va geologiya kabi fanlardan foydalaniladi.

Hozirgi davr injener-geodezik ishlari amaliy va nazariy bilimlarni chuqur biladigan, inshootlarni loyihalash va qurish bo'yicha umumiy bilimga ega bo'lgan keng sohadagi mutaxassisni talab etadi. Mutaxassis berilgan turdagi inshoot uchun o'lchash aniqliklarini to'g'ri hisoblay olishi, asoslangan geodezik ishlar loyihasini tuzishi va bu ishlarni amalda bevosita qo'llay olishi kerak.

Amaliy geodeziyada elektron optik o'lchash usullari, hisoblash texnikasi va dasturlashtirish keng qo'llaniladi.

Amaliy geodeziyaning taraqqiy etishida „Yuqori aniqlikdagi geodezik ishlar", „Topografik-geodezik ishlarni avtomatlashtirish" fanlarining ham ahamiyati katta.

Hozirgi davrda amaliy geodeziya fani kosmik kuzatish natijalari bilan bog'liq ravishda rivojlanmoqda va bu sohada ko'pgina yutuqlarga erishildi.

BIRINCHI QISM.
INJENER-GEODEZIK ISHLARNING ASOSIY TURLARI

I BOB. PLANLI INJENER-GEODEZIK TARMOQLAR

4-§. Tarmoqlar turlari, ularning aniqligiga bo'lgan talablar

Planli va balandlik injener-geodezik tarmoqlar shaharlar hududida, yirik sanoat va energetik obyektlarda tuzilib, loyihaviy-qidiruv va qurilish ishlarini bajarishda asos bo'lib xizmat qiladi. Planli injener-geodezik tarmoqlar triangulatsiya, poligonometriya, chiziqli-burchak, trilateratsiya va geodezik qurilish to'ri ko'rinishida barpo etiladi.

Planli injener-geodezik tarmoqlar aniqligi, zichligi va barqarorligiga bo'lgan talablar turlicha bo'ladi. Bu qidiruv, loyihalash, qurishda va injener-geodezik inshootlardan foydalanishda yechiladigan masalalarning turliligiga bog'liq. Injener-geodezik tarmoqlarni barpo etishda davlat tayanch tarmoqlaridan asos sifatida foydalaniladi.

Davlat planli geodezik tarmog'i 1, 2, 3 va 4- sinflarga bo'linadi va ular bir-biridan burchak va masofa o'lchash aniqligi, tarmoq tomonlari uzunliklari hamda barpo etish tartibi bilan farq qiladi.

Davlat planli geodezik tormoqlari tavsifi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Ko'rsatkichlar	Sinflar			
	1	2	3	4
1	2	3	4	5
Triangulatsiya tomon uzunligi, km	7—20	7—20	5—8	2—5
Bazis tomonni o'lchash nisbiy xatoligi	1:400000	1:300000	1:200000	1:200000
Zaif tomonning nisbiy xatoligi	1:300000	1:200000	1:120000	1:70000

1	2	3	4	5
Burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi, s.	0,7	1,0	1,5	2,0
Uchburchak burchaklari yig'indisining yo'l qo'yarli chekli xatosi, s.	3	4	6	8
Uchburchakda eng kichik burchak qiymati	30	30	20	20

Poligonometriya tarmog'i tavsifi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Ko'rsatkichlar	Poligonometriya		
	4-sinf	1-razryad	2-razryad
Yo'lning chekli uzunligi, km:			
alohida	10	5	3
dastlabki nuqta va tugun nuqta orasi	7	3	2
tugun nuqtalar orasi	5	2	1.5
Burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi, s.	2	5	10
Yo'l tomonlari uzunligi, km:			
eng katta	2	0,8	0,35
eng kichik	0,25	0,12	0,08
Yo'lning chekli nisbiy xatoligi	1:25000	1:10000	1:5000
Poligonning chekli perimetri, km	30	15	9
Poligonometriya yo'lidagi tomonlir soni (eng ko'p)	15	15	15

Gidrouzel qurilishi bosqichida gidrotexnik inshootlarni rejalash ishlarini bajarish uchun maxsus gidrotexnik triangulatsiya barpo qilish talab etiladi.

Gidrotexnik triangulatsiyaning o'ziga xosligi bazis tomon va uchburchakning qisqa tomonlari orasidagi burchak o'lchash aniqliklariga yuqori talab qo'yilishi hisoblanadi. Bu tomonlar uzunligi 0,5–1,5 km, burchak o'lchash aniqligi 1–1,5″, nisbiy xatolik 1/200000–1/250000 ni tashkil etadi.

Yirik ko'prik qurilishlarida geodezik planli asos sifatida maxsus tarmoq – ko'prik triangulatsiyasi barpo etiladi.

Ko'prik triangulatsiyasi asosan bir yoki ikkita to'rtburchak ko'rinishida tuziladi. Bazis tomon uzunligi 1:200000–1:300000 nisbiy xatolikda o'lchanadi, uchburchak burchaklari esa 1–2″ xatolikda o'lchanadi.

Tunnel trassasini joyga ko'chirish uchun planli asos bo'lib maxsus tarmoq-tunnel triangulatsiyasi xizmat qiladi.

U cho'zilgan uchburchaklar zanjiridan iborat bo'lib, ikkala uchi bazis tomon bilan tayangan, tomonlar uzunligi 2–7 km, burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi 1″ ga teng, eng zaif tomon nisbiy xatoligi 1:150000.

Noyob inshootlar (ko'p qavatli binolar, minoralar, radioteleskoplar, yuqori haroratli gelioqurilmalar) qurilishida juda qisqa tomonli (25–50 m) mikrotrilateratsiya yoki mikrotriangulatsiya tarmog'i barpo etiladi. Joyda tarmoq punktlari 0,1–0,5 mm aniqlikda belgilanadi.

5-§. Tarmoqlar aniqligini hisoblash usullari va ularni barpo qilish pog'onalari

Injener-geodezik tarmoqlar maqsadga muvofiq, ish yuritishning eng qulay qoidalari saqlangan holda tuzilishi kerak. Shu o'rinda ikkita masaladan bittasi yechilishi mumkin: berilgan kuch, vosita va vaqtni sarflab yuqori aniqlakdagi tarmoqqa erishish va kam mablag' sarflab berilgan aniqlikdagi tarmoqni barpo qilish.

Bu ikkita o'zaro bog'liq masalalar texnik tavsifni yoki iqtisodiy samaradorlikni oshirishga olib keladi.

Injener-geodezik tarmoqlar bir nechta sinf va razryadlardan iborat bo'lib, bosqichma-bosqich tuziladi. Asosiy maqsad

imkon boricha kam bosqichli geodezik asos barpo etishga harakat qilishdan iborat.

Hisoblar uchun dastlabki xatoliklar sifatida oxirgi bosqichni tuzish nisbiy hatoligi qiymati $(1:T_0)$ va boshlang'ich nisbiy xatoligi $(1:T_\delta)$ qabul qilinadi.

Oldingi i bosqich tarmog'ining (1-rasm) AB tomoni asos qilib olingan bo'lib, $\frac{1}{T_i}$ nisbiy xatolikka teng deylik.

U holda keyingi $i+1$ bosqich uchburchak tomonlarining nisbiy xatoligini quyidagi ifoda orqali hisoblash mumkin:

$$\left(\frac{1}{T_{i+1}}\right)^2 = \left(\frac{1}{T_i}\right)^2 + \left(\frac{1}{T_{i+1}}\right)^2 \text{ o'lch} . \qquad (I.1)$$

Oldingi bosqichdan keyingi bosqichga o'tishdagi aniqlikni ta'minlash koeffitsiyenti K_i bilan belgilansa, oraliq bosqichlar asos tarmoqlarini barpo qilish quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$T_1 = \frac{T_\delta}{K_1};\ T_2 = \frac{T_\delta}{K_1 K_2} \ldots T_K = \frac{T_\delta}{K_1 K_2 \ldots K_n}.$$

Agarda $K_1=K_2=K_3=\ldots=K_n$ bo'lsa,

$$T_0 = \frac{T_\delta}{K^n},$$

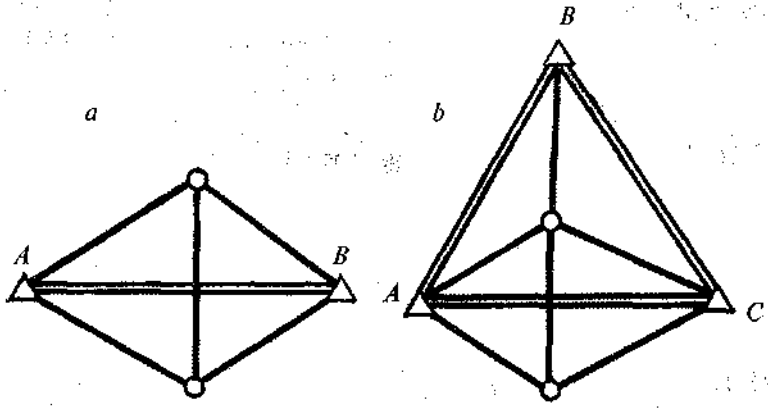
bundan bosqichlar sonini hisoblash formulasini keltirib chiqarish mumkin:

$$K = \sqrt[n]{\frac{T_\delta}{T_0}}. \qquad (I.2)$$

Ammo, amalda ABC uchburchak burchaklarining xatoligini

e'tiborga olsak, yuqoridagi ifodaga qo'shimcha a'zo $\left(\frac{1}{T_i}\right)^1$ qo'shiladi, natijada

$$\left(\frac{1}{T_{i+1}}\right)^2 = \left(\frac{1}{T_i}\right)^2 + \left(\frac{1}{T_i}\right)^2 + \left(\frac{1}{T_{i+1}}\right)^2 \text{ o'lch.} \qquad \text{(I.3)}$$



1- rasm.

Dastlabki xatolikda qo'shimcha xatolikning mavjudligi ifodada ε_i koeffitsiyentini vujudga keltiradi.

ε_i ni hisobga olgan holda

$$T_1 = \frac{T_\delta}{K_1\varepsilon_1};\quad T_2 = \frac{T_\delta}{K_1K_2\varepsilon_1\varepsilon_2} \ldots . T_K = \frac{T_\delta}{K_1K_2\ldots K_n\varepsilon_1\varepsilon_2\ldots\varepsilon_n}.$$

Agarda $K_1 = K_2 = \ldots = K_n$, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \ldots = \varepsilon_n$ desak,

$$T_k = \frac{T_\delta}{K^n\varepsilon^n}. \qquad \text{(I.4)}$$

(I.4) ifodadan ko'rinib turibdiki, bosqichlar sonining ortib borishi oxirgi natijalar aniqligining kamayib ketishiga olib keladi.

6-§. Triangulatsiya tarmog'i loyihasining aniqligini baholash

Planli injener-geodezik tarmoqlarni triangulatsiya usulida barpo etishda uchburchaklar zanjiri, geodezik to'rtburchaklar, yordamchi diagonalli markaziy tizimlar keng qo'llaniladi.

Tarmoqning tenglashtirilgan elementlari funksiyasining o'rta kvadratik xatoligi m_F quyidagi ifoda yordamida hisoblanishi mumkin:

$$m_F = \mu\sqrt{\frac{1}{P_F}}, \qquad (I.5)$$

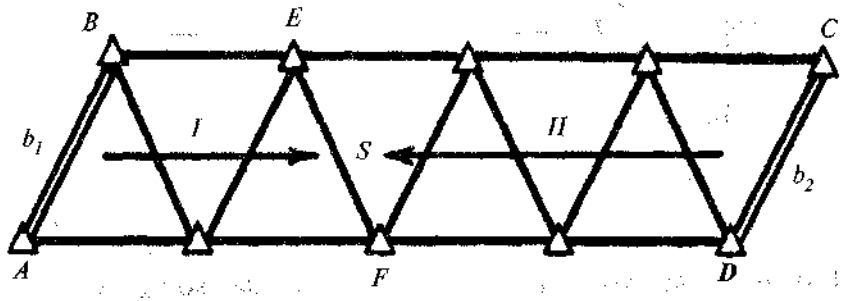
bu yerda μ — vazn birligining o'rta kvadratik xatoligi;

$\frac{1}{P_F}$ — funksiya vazniga teskari qiymat.

Boshlang'ich ma'lumotlar xatoligi m_δ ni hisobga olsak, xatolar yig'indisi

$$m = \sqrt{m^2_\delta + m^2_F}. \qquad (I.6)$$

Zanjirning ikkita bazis tomonlariga tayangan bog'lovchi tomonning o'rta kvadratik xatoligi (2-rasm) quyidagi tartibda aniqlanishi mumkin:



2-rasm.

Agarda 1-qatordagi $EF = S$ tomon o'rta kvadratik xatligini m_{S_1} bilan, 2-qator xatoligini esa m_{S_2} bilan belgilasak, u holda S tomonlar vaznlari, mos ravishda, quyidagiga teng bo'ladi:

$$P_1 = \frac{\mu^2}{m_{S_1}^2}, \qquad P_2 = \frac{\mu^2}{m_{S_2}^2}.$$

Aniqlanayotgan S tomon o'rta kvadratik xatoligi ($R_1 + R_2$) ni hisobga olib, quyidagicha hisoblanadi:

$$m_S^2 = \frac{\mu^2}{P} = \frac{m_{S_1}^2 m_{S_2}^2}{m_{S_1}^2 + m_{S_2}^2}. \qquad (I.7)$$

m_{S_1} va m_{S_2} o'rta kvadratik xatoliklarni tomonlar xatoliklari logarifmlari orqali aniqlash qabul qilingan:

$$m_{\lg S}^2 = \frac{2}{3} m_\beta^2 \sum_1^n (\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B) = \frac{2}{3} m_\beta^2 \sum_1^n R, \qquad (I.8)$$

bu yerda δ_A va δ_B – A va B bog'lovchi burchaklar 1″ ga o'zgarganda ushbu burchaklar logarifmlarining o'zgarish qiymati;

m_β – burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi;

R – qiymatlari maxsus jadvalda keltiriladi.

Tomonlar nisbiy xatoligi va tomonlar logarifmik xatoligi 6-belgisi birligi orasidagi bog'lanish quyidagi tenglik asosida o'rnatiladi:

$$\frac{m_S}{S} = \frac{m_{\lg S}}{M \cdot 10^6}, \qquad (I.9)$$

bu yerda M – o'nli logarifm moduli.

Bu yerdan

$$m_S = \frac{m_{\lg S}}{M \cdot 10^6} \cdot S. \qquad (I.10)$$

Shu tarzda direksion burchaklar uchun quyidagi ifodani keltiramiz:

$$m_{\alpha}^2 = \frac{m_{\alpha_1}^2 \cdot m_{\alpha_1}^2}{m_{\alpha_1}^2 + m_{\alpha_2}^2}, \qquad \text{(I.11)}$$

bu yerda

$$m_{\alpha_1}^2 = \frac{2}{3} m_{\beta}^2 k; \qquad m_{\alpha_2}^2 = \frac{2}{3} m_{\beta}^2 (n-k).$$

Boshlang'ich va oxirgi tomonlar direksion burchaklari xatoliklari m_{ab} va m_{aoh} ni hisobga olsak,

$$\left.\begin{aligned} m_{\alpha_1}^2 &= \frac{2}{3} m_{\beta}^2 k + m_{\alpha b}^2, \\ m_{\alpha_2}^{2\ 2}{}_{\alpha_2} &= \frac{2}{3} m_{\beta}^2 (n-k) + m_{\alpha o x}^2. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(I.12)}$$

S tomon oxirgi punktining ko'ndalang siljishi xatoligi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$m_q = \frac{m_{\alpha}}{\rho} S.$$

E va F punktlar o'zaro joylashish holati xatoligi quyidagicha aniqlanadi:

$$m^2 = m_s^2 + m_q^2$$

yoki

$$m = \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{m_{\alpha}''}{\rho''}\right)^2 S^2}. \qquad \text{(I.13)}$$

Bu qiymatlar maxsus jadval [1] yordamida aniqlanadi.

Agarda vazn birligi μ qiymatini triangulatsiya burchagini o'lchash o'rta kvadratik xatoligiga teng deb qabul qilsak, burchak vazni birga teng bo'ladi:

$$P_\beta = \frac{\mu^2}{m_\beta^2} = 1. \qquad \text{(I.14)}$$

Teskari vazn qiymatini hisoblash orqali burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligini aniqlash mumkin:

$$m_\beta = \frac{m_F}{\sqrt{\frac{1}{P_F}}}. \qquad \text{(I.15)}$$

Shunday qilib, tarmoqning muhimroq bo'lgan elementlarining o'rta kvadratik xatoligini oldindan belgilash orqali triangulatsiya burchak o'lchash aniqligini hisoblash mumkin.

7-§. Poligonometriya tarmog'i loyihasi aniqligini baholash

Uchlari boshlang'ich punktlar va boshlang'ich direksion burchaklarga tayangan poligonometrik yo'lni loyihalashda, yo'lning o'rta qismidagi punkt holati xatoligi va direksion burchak xatoligini aniqlash talab etiladi.

Tarmoqning eng zaif qismida joylashgan punkt holatining xatoligi

$$m_{\alpha_z} = \frac{1}{2}M, \qquad \text{(I.16)}$$

bu yerda M – poligonometrik tarmoq oxirgi punkti xolatining boshlang'ichga nisbatan xatoligi bo'lib, quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$M^2 = \left[m_S^2\right] + \left[D_{0,i}^2\right]\frac{m_\beta^2}{\rho^2}, \qquad \text{(I.17)}$$

bu yerda m_S – tomonlar uzunliklarini o'lchash o'rta kvadratik xatoligi;

m_β – burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi;

$D_{o,i}$ – yo'lning har bir uchidan poligonometriya sxemasining og'irlik markazigacha bo'lgan masofalar.

Tomonlar uzunligi invar simlar yordamida o'lchangan bo'lsa,

$$M^2 = \mu^2[S] + \lambda^2 L^2 + \left[D_{o,i}^2\right]\frac{m_\beta^2}{\rho^2}, \qquad \text{(I.18)}$$

bu yerda μ va λ – chiziqli o'lchashlarda sistematik va tasodifiy xatoliklarning ta'sir etish koeffitsiyentlari;

$[S]$ – perimetr;

L – poligonometriya yo'li uzunligi.

Tugun nuqtalar holatining xatoligi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}, \qquad \text{(I.19)}$$

bu yerda m – yuqoridagi kattalikning alohida yo'l uchun o'rta kvadratik xatoligi;

n – bitta nuqtada tutashuvchi nuqtalar soni.

Poligonometriya tarmog'i aniqligini baholashning sodda usullaridan biri ketma-ket yaqinlashish usuli hisoblanadi. Bu usulning mohiyati quyidagidan iborat.

Birinchi yaqinlashishda har bir tugun nuqtada tutashuvchi yo'llar tizimi, mustaqil tizim deb qaraladi va ularning holati xatosiz deb qabul qilinadi.

Har bir yo'l bo'yicha tugun nuqta xatoligining kutilgan o'rta kvadratik xatoligi hisoblanadi. 3-rasmda keltirilgan 1-tugun nuqta uchun bu holatlar quyidagicha bo'lsin:

$M_{Z_1} - Z_1$ yo'l bo'yicha, A nuqtadan keluvchi,

$M_{Z_2} - Z_2$ yo'l bo'yicha, B nuqtadan keluvchi,

$M_{Z_3} - Z_3$ yo'l bo'yicha, 2 nuqtadan keluvchi,

1-nuqta holatini aniqlash vazni quyidagiga teng:

$$P_{Z_1}^1 = \frac{c}{M_{Z_1}^2}; \quad P_{Z_2}^{'} = \frac{c}{M_{Z_2}^2}; \quad P_{Z_3}^{'} = \frac{c}{M_{Z_3}^2}. \qquad \text{(I.20)}$$

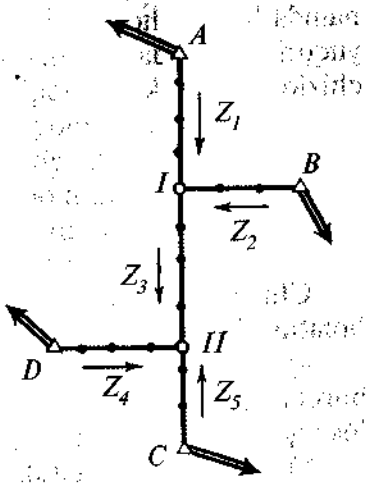
Birinchi yaqinlashishda 1-tugun nuqta holatini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} \left(M_1^2\right)_1 &= \frac{c}{P_1}, \\ P_1 &= P_{Z_1} + P_{Z_2} + P_{Z_3}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(I.21)}$$

2-tugun nuqtani aniqlash o'rta kvadratik xatoligi ham shunga o'xshash hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} \left(M_{II}^2\right)_I &= \frac{c}{P_{II}}, \\ P_{II} &= P_{Z_3} + P_{Z_4} + P_{Z_5}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(I.22)}$$

Ikkinchi yaqinlashishda 1 va 2- tugun nuqtalarning boshlang'ich xatosi (I.21) va (I.22) ifoda orqali hisoblangan qiymatga teng deb qabul qilinadi.



3-rasm.

Bunda

$$P_{Z_1}^{''} = P_{Z_1}^{'} = \frac{c}{M_{Z_1}^2},$$

$$P_{Z_2}^{''} = P_{Z_2}^{'} = \frac{c}{M_{Z_2}^2},$$

$$P''_{Z_3} = \frac{c}{M^2_{Z_3} + (M^2_{II''})_I}.$$

II nuqta uchun ham shunga o'xshash ko'rinishda yozish mumkin:

$$P''_{Z_3} = \frac{c}{M^2_{Z_3} + \left(M^2_I\right)_1},$$

$$P''_{Z_4} = P'_{Z_4} \frac{c}{M^2_{Z_4}},$$

$$P''_{Z_5} P'_{Z_5} = \frac{c}{M^2_{Z_5}}.$$

Uchinchi yaqinlashishda I va II tugun nuqtalarning boshlang'ich xatoligi sifatida ikkinchi yaqinlashishda olingan xatolik qabul qilinadi.

Hisoblash oxirgi ikkita yaqinlashishda taxminan bir xil natijaga erishgunga qadar davom ettiriladi.

8-§. Chiziqli-burchak tarmoqlarini tadbiq etish

Geodezik ishlar amaliyotida optik va elektron dalnomer hamda boshqa hozirgi zamon asboblarining tadbiq etilishi tez va yuqori aniqlikda masofa o'lchash imkonini yaratadi, bu esa chiziqli-burchak tarmoqlarini keng qo'llashga imkon beradi. Chiziqli-burchak tarmoqlarini boshqa geodezik tarmoqlar bilan solishtirish natijasida chiziq va burchak o'lchashlarning birga olib borilishi bu tarmoqlarning ancha mustahkam bo'lishini ko'rsatadi. Juda ham yuqori aniqlikni ta'minlash uchun tarmoqning hamma burchak va tomonlari o'lchanishi kerak.

Chiziqli-burchak tarmoqlari aniqligini hisoblashda ikkita holatni ajratish maqsadga muvofiq:

a) tarmoqdagi aniqlanadigan element faqat o'lchangan burchaklar yoki faqat o'lchangan tomonlar uzunligi orqali hisoblanishi mumkin;

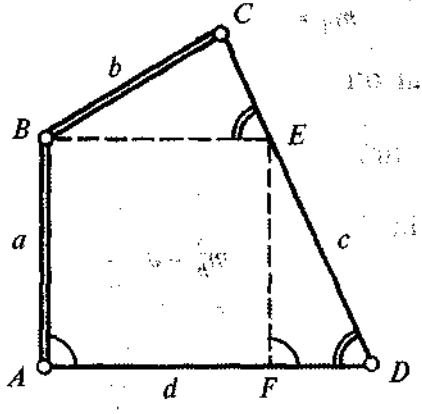
b) tarmoqdagi kerakli elementlar, burchak va chiziqli o'lchashlarga asoslangan holda aniqlanishi mumkin.

Birinchi holatda chiziqli-burchak tarmoqlarining aniqligini hisoblash ancha soddalashadi.

Ikkinchi holatda aniqlik dastlabki hisobi tenglashtirilgan qiymatlarni aniqlash o'rta kvadratik xatoligi ifodasi orqali amalga oshiriladi.

Chiziqli-burchak tarmoqlar tuzish usullaridan biri, diagonalsiz to'rtburchak hisoblanadi.

Bu usulning mohiyati shundan iboratki, agarda *ABCD* to'rtburchakda (4-rasm) barcha burchaklar va ikkita *a* va *b* tomon o'lchangan bo'lsa, qolgan tomonlar quyidagi ifodalar yordamida hisoblanishi mumkin.



4-rasm.

c va *d* tomonlarni aniqlash uchun *AD* va *AB* tomonlarga parallel bo'lgan *BE* va *EF* tomonlarni o'tkazamiz. U holda $c = DE + EC$ bo'ladi. O'z o'rnida

$$DE = \frac{a \cdot \sin A}{\sin D}; \quad EC = \frac{b \cdot \sin(C + D)}{\sin D}.$$

Bundan,

$$c = \frac{a\sin A + b\sin(C + D)}{\sin D}. \qquad (I.23)$$

d tomon quyidagicha aniqlanadi:

$$d = AF + FD.$$

Bu yerda

$$AF = \frac{b\sin C}{\sin D}; \qquad FD = \frac{a\sin(A+D)}{\sin D}.$$

Natijada,

$$d = \frac{b\sin C + a\sin(A+D)}{\sin D}. \tag{I.24}$$

To'rtburchak burchaklarini o'lchash xatoligini teng aniqlikda deb qabul qilsak,

$$m_A \approx m_B \approx m_C \approx m_D = m_\beta.$$

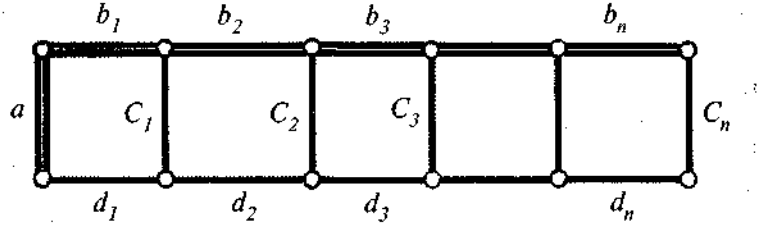
c va d tomonlar o'rta kvadratik xatoligi

$$\left.\begin{aligned} m_c^2 &= m_a^2 + b^2\frac{m_\beta^2}{\rho^2}, \\ m_d^2 &= m_b^2 + a^2\frac{m_\beta^2}{\rho^2}. \end{aligned}\right\} \tag{I.25}$$

Birinchi tomoni hamda yon tomonlari o'lchangan to'rtburchaklar zanjirining (5-rasm) oxirgi C_n tomonini aniqlash xatoligi quyidagiga teng:

$$m^2 C_n = m^2 a + \sum_1^n S^2\frac{m_\beta^2}{\rho^2}. \tag{I.26}$$

bu yerda S – o'lchangan yon tomonlar uzunligi.



5-rasm.

Kvadratga yaqin bo'lgan to'rtburchaklar uchun

$$\left(\frac{m_{C_n}}{c_n}\right)^2 = \left(\frac{m_a}{a}\right)^2 + n\left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2, \qquad (I.27)$$

bu yerda n – qatordagi kvadratlar soni yoki

$$m_{C_n}^2 = m_a^2 + n\left(\frac{m_\beta a}{\rho}\right)^2. \qquad (I.28)$$

Oraliq tomonlar xatoligi esa quyidagicha hisoblanadi:

$$m_C^2 = \frac{m_{n_1}^2 \cdot m_{n_2}^2}{m_{n_1}^2 + m_{n_2}^2},$$

bu yerda n_1 va n_2 — boshlang'ich tomondan aniqlanayotgan tomongacha bo'lgan to'rtburchaklar soni.

O'rtadagi tomon uchun $n_1=n_2=n_{1,2}$ deb hisoblansa,

$$m_{c_{\frac{n}{2}}} = \frac{m_{n_{1,2}}}{\sqrt{2}}. \qquad (I.29)$$

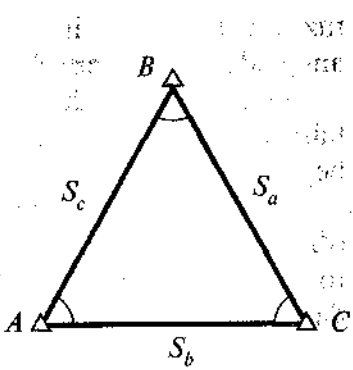
Geodezik diagonalsiz to'rtburchaklar aholi yashash joylari va o'rmon hududlarida geodezik asos barpo etishda keng ko'lamda qo'llanilishi mumkin.

Uchburchakdagi o'lchangan burchaklar va tomonlarga asosan tenglashtirilgan burchaklar aniqligini baholashni ko'rib chiqamiz (6-rasm.)

O'lchangan burchak vazni quyidagiga teng desak,

$$P_{\beta_i} = \frac{1}{m_\beta^2}, \qquad (I.30)$$

tomon uchun esa



6-rasm.

$$P_S = \frac{1}{m_{s_1}^2}. \qquad (1.31)$$

A burchakning o'rta kvadratik xatoligi:

$$m_A^2 = \frac{1}{P_{F_A}}.$$

Agarda $A=B=C$, $S_a=S_b=S_c=S$, $m_{S_a} = m_{S_b} = m_{S_c} = m_S$ bo'lsa, u holda,

$$m_A^2 = m_B^2 - \frac{m_S^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2}S^2}{3m_S^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2}S^2}. \qquad (1.32)$$

9-§. Geodezik qurilish to'ri

Geodezik qurilish to'ri – bino va inshootlarni qurishda rejalash asosining eng samarali turi hisoblanadi. U kvadrat yoki to'rtburchak uchlarida joylashgan asos punktlaridan iborat koordinatalar tizimi ko'rinishida bo'ladi. Qurilish to'ri inshootning asosiy o'qlarini joyga ko'chirishda va ijroiy plan olishda asos hamda balandlik asosi vazifasini bajaradi.

Qurilish to'ri geodezik ishlarni engillashtirish maqsadida tuziladi; u bino va injenerlik tarmoqlari o'qlarini tez va yuqori aniqlikda qurilish maydoniga ko'chirishda yordam beradi.

Qurilish to'ri barpo qilish ishlari bo'yicha to'plangan tajribalarga asosan, uning aniqligi quyidagi talablarga javob berishi kerak:

a) qurilish to'ri yonma-yon joylashgan punktlarining o'zaro holati xatoligi 1:10000 dan oshmasligi kerak, ya'ni to'r uzunligi 200 m bo'lganda, o'zaro holat xatoligi 2 sm dan katta bo'lmasligi kerak;

b) to'rning to'g'ri burchaklari 20″ aniqlikda tuzilishi kerak;

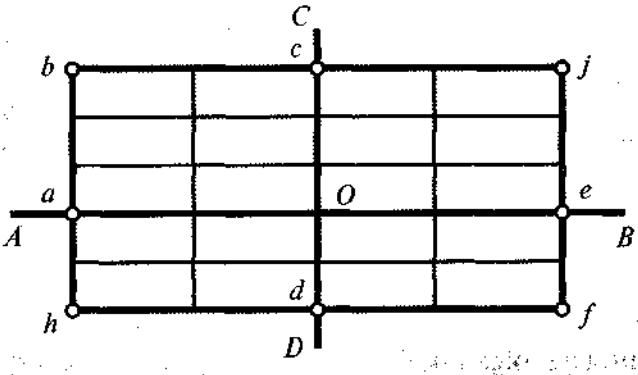
d) to'rning eng zaif joydagi punkti holatining xatoligi bosh tayanch punktga nisbatan 1:500 plan masshtabida 0,2 mm dan oshmasligi, ya'ni 10 sm bo'lishi kerak.

Qurilish to'rini barpo etish texnologiyasi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Boshlang'ich yo'nalishlarni loyihalash va joyga ko'chirish. To'rni oriyentirlashga qo'yiladigan asosiy talab to'r koordinata o'qlarining inshoot asosiy o'qlariga parallel bo'lishidadir. Qurilish to'ri loyihasini joyga ko'chirish uchun boshlang'ich yo'nalish tanlab olinadi. Ko'pchilik holatlarda boshlang'ich yo'nalishni joyga ko'chirish uchun qurilish maydonida joylashgan planli geodezik asos punktlari ishlatiladi. Boshlang'ich punktlar va qurilish to'ri uchlari koordinatalariga asosan, teskari geodezik masala yechish yo'li bilan joyga ko'chirish uchun kerakli bo'lgan rejalash elementlari hisoblanadi.

2. To'rni batafsil rejalash. Bu bosqich boshlang'ich nuqtalar joyda belgilangandan keyin amalga oshiriladi. Qurilish to'rini batafsil rejalashning bir necha usullari mavjud bo'lib, bular o'qlar (osevoy) va reduksiyalash usullaridir.

Qurilish to'rini o'qlar usulida rejalash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Boshlang'ich yo'nalishlarga asoslangan holda joyda bir-biriga perpedikular bo'lgan o'qlar hosil qilinadi (7-rasm).



7- rasm.

Markazdan yo'nalishlar bo'ylab to'r tomonlariga teng bo'lgan kesmalar o'lchanadi. Kesmalar shkalali tasma yordamida taqqoslash, joy nishabligi va temperaturaga bo'lgan tuzatmalarni hisobga olgan holda o'lchab qo'yiladi. Oxirgi *a*, *c*, *e*, *d* nuqtalarda perpendikular yasaladi va perimetr bo'ylab o'lchashlar davom ettiriladi.

Shunday qilib, maydonchada 4 ta poligon hosil qilinadi. Keyin aniqlangan poligon nuqtalari doimiy belgilar bilan mahkamlanadi va ular perimetrlari bo'ylab 1-razryadli poligonometriya tarmog'i o'tkaziladi.

O'lchangan natijalarga binoan barcha nuqtalarning koordinatalari aniqlanadi. Poligon ichkarisida joylashgan nuqtalar koordinatalari esa poligonometriya 2-razryadli tarmog'ini yasash natijasida amalga oshiriladi.

O'qlar usuli asosan qurilish maydoniga nisbatan katta bo'lmagan hollarda yoki katta aniqlik talab qilinmaganda qo'llaniladi.

Bu usulning asosiy kamchiligi o'lchash xatolarining yig'ilib borishi bo'lib, bu o'z navbatida burchaklarning 900 dan farq qilishiga olib keladi. Uning aniqligi 3—5 sm ni tashkil etadi.

Katta hajmdagi bino va inshootlarni loyihalash va rejalashda reduksiyalash usulini qo'llash maqsadga muvofiqdir, negaki bu usul binoning turli elementlarini rejalashni ta'minlaydi.

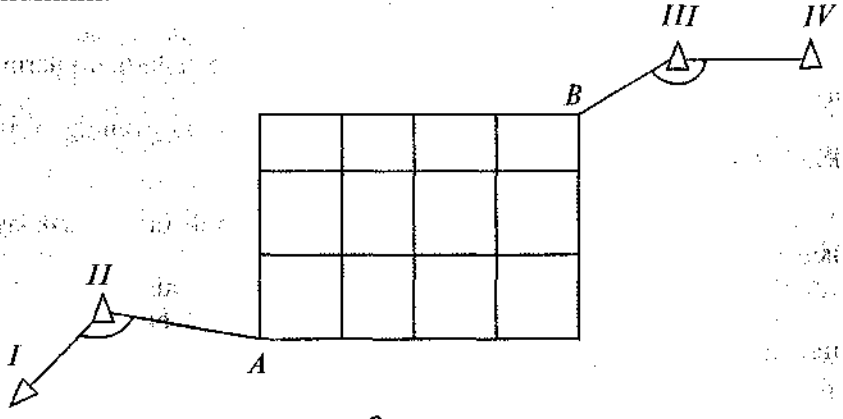
Bu usulning mohiyati quyidagidan iborat. Avvalo oddiy teodolit yo'li aniqligida nuqtalar joyga ko'chiriladi va vaqtincha belgilar bilan mahkamlanadi. Keyin perimetr bo'ylab 1-razryadli poligonmetriya, ichki nuqtalar bo'ylab esa 2-razryadli poligonometriya tarmog'i o'tkaziladi va barcha nuqtalarning koordinatalari hisoblanadi.

Hisoblangan koordinatalar loyihaviy koordinatalar bilan solishtiriladi va reduksiyalash elementlari aniqlanadi. Keyin har bir nuqta tegishli reduksiya elementiga binoan (ishoralarini hisobga olgan holda) u yoki bu tomonga siljitiladi va doimiy belgilar bilan mahkamlanadi.

*3. **Qurilish to'rini loyihalash va tenglashtirish.*** Qurilish to'rini tegishli aniqlikda loyihalash uchun bir qancha talablar qo'yiladi.

Qurilish to'rini loyihalash davrida to'r uchlari yer ishlari bajariladigan joylarga to'g'ri kelib qolmasligiga ahamiyat beriladi.

Qurilish to'rining o'lchamlari, uning aniqligi va joyning sharoitiga bog'liq ravishda 2 yoki 3 bosqichda tuzilishi mumkin.



8-rasm.

To'r 3 bosqichda tuzilgan holatda, uning birinchi bosqichini triangulatsiya, ikkinchi bosqichini 1-razryadli poligonometriya tashkil etadi. Bunday turdagi asosni katta maydonlarda tuzish maqsadga muvofiqdir.

Nisbatan kichik maydonlarda qurilish to'ri 2 bosqichda tuziladi.

Qurilish to'rining biror bir uchi koordinata boshi etib belgilanadi va mumkin qadar triangulatsiya punkti bilan bog'lanadi. Bu holda to'rni rejalash ishlari osonlashadi.

Nazorat savollari

1. Amaliy geodeziya fani nimani o'rganadi?
2. Amaliy geodeziyaning tashkil etuvchi qismlari.
3. Amaliy geodeziyaning boshqa fanlar bilan aloqasi.

4. Amaliy geodeziyaning rivojlanish tarixi.

5. Amaliy geodeziyaning qurilishdagi ahamiyati nimalardan iborat?

6. Injener-geodezik tarmoq turlari.

7. Planli geodezik tarmoqlarning mohiyati nimadan iborat?

8. Balandlik geodezik tarmoqning mohiyati nimadan iborat?

9. Gidrotexnik triangulatsiyaning mohiyati nimadan iborat?

10. Ko'prik triangulatsiyasining mohiyati nimadan iborat?

11. Noyob inshootlar haqida qisqacha tushuncha bering.

12. Injener-geodezik tarmoqlar aniqligini hisoblash usullari.

13. Geodezik asos barpo etish bosqichlari nimalarga bog'liq?

14. Triangulatsiya tarmog'i loyihasi aniqligini baholash usullarini ayting.

15. Tarmoqning tenglashtirilgan elementlari funksiyasining o'rta kvadrat xatoligi ifodasini yozing.

16. Tomon nisbiy xatoligi qanday ifodalanadi?

17. Triangulatsiya burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi qanday ifodalanadi?

18. Poligonometriya tarmog'i loyihasi qanday usullarda baholanadi?

19. Poligonometriya tarmog'i oxirgi nuqtasining boshlang'ichga nisbatan xatoligi qanday ifodalanadi?

20. Tugun nuqtalar holatining xatoligi qanday ifodalanadi?

21. Ketma-ket yaqinlashish usulining mohiyatini tushuntirib bering.

22. Chiziqli-burchak tarmoqlari qaysi holatlarda qo'llaniladi?

23. Chiziqli-burchak usulining mohiyatini tushuntirib bering.

24. Chiziqli-burchak tarmog'i sxemasini chizib ko'rsating.

25. Geodezik diagonalsiz to'rtburchaklar qayerlarda qo'llaniladi?

26. Geodezik qurilish to'ri nima?

27. Geodezik qurilish to'ridan qanday maqsadlarda foydalaniladi?

28. Geodezik qurilish to'ri aniqliligiga qo'yiladigan asosiy talablar nimalardan iborat?

29. Qurilish to'rini barpo etish bosqichlari.

30. Qurilish to'rini rejalash.

31. Qurilish to'ri loyihasini tenglashtirish deganda nimani tushunasiz?

Tayanch so'zlar: *topografik-geodezik qidiruv, geodezik rejalash, deformatsiya, GPS-tizimlari, planli siljish, balandlik tarmoqlari, chiziqli-burchak tarmog'i, geodezik qurilish to'ri, davlat tayanch*

tarmog'i, gidrotexnik triangulatsiya, tunnel triangulatsiyasi, ko'prik triangulatsiyasi, noyob inshoot, vazn birligi, bazis, teskari vazn, tugun nuqtalar, ketma-ket yaqinlashish usuli, diagonalsiz to'rtburchak.

II BOB. BALANDLIK INJENER-GEODEZIK TARMOQLAR

10-§. Balandlik asos tarmoqlarining vazifasi va ularning aniqligiga bo'lgan talablar

Shahar, sanoat va energetik majmualar hududlarida barpo etiladigan balandlik geodezik tarmoqlar aniqligi va zichligi, maydon o'lchamiga hamda rejalash va plan olish ishlarining aniqligiga bog'liq bo'ladi.

Injener-geodezik ishlar I–IV sinf davlat nivelirlash tarmog'iga asoslanadi. I–II sinf nivelirlash tarmoqlari bosh balandlik asosini tashkil etib, ular orqali mamlakatimizning barcha hududlarida yakka balandlik tizimi o'rnatiladi.

I sinf nivelirlash tarmoqlari maydoni 500 km^2 dan katta bo'lgan yirik shaharlarda barpo etiladi. II–IV sinf nivelirlash tarmoqlari esa maydon o'lchamiga bog'liq ravishda quyida keltirilgan tartibda barpo etiladi.

Shahar hududi maydoni, km^2	Nivelirlash sinfi
50 dan 500 gacha	II va III
10 dan 50 gacha	III va IV
1 dan 10 gacha	IV

3-jadval

Ko'rsatkichlar	Nivelirlash sinflari			
	I	II	III	IV
1	2	3	4	5
Vizirlash nuri uzunligi, m	50	65	75	100
Poligon yoki nivelirlash yo'lidagi yo'l qo'yarli bog'lanmaslik, mm. L km qiymatida	$3\sqrt{L}$	$5\sqrt{L}$	$10\sqrt{L}$	$20\sqrt{L}$

1	2	3	4	5
Stansiyadagi yelka (nivelirdan reyka-largacha bo'lgan masofa) tengsizligi, m.	0,5	1	2	5
Seksiyadagi elkalar tengsizligining yig'ilib borishi, m	1	2	5	10
Vizirlash nurining yer tekisligidan balandligi, m	0,8	0,5	0,3	0,2
Stansiyada nisbiy balandlikni aniq-lashning o'rta kvadratik xatoligi, mm	0,15	0,20	1,5	3,0

Shahar va sanoat hududlaridagi maydonlarda barpo etiladigan nivelirlash tarmoqlarining texnikaviy tavsifnomasi 3-jadvalda keltirilgan.

II sinf nivelirlash tarmoqlarini yaratish uchun maydonda marka va reperlar teng taqsimlangan bo'lishi kerak. Nivelirlash to'g'ri va teskari yo'nalishda bajariladi.

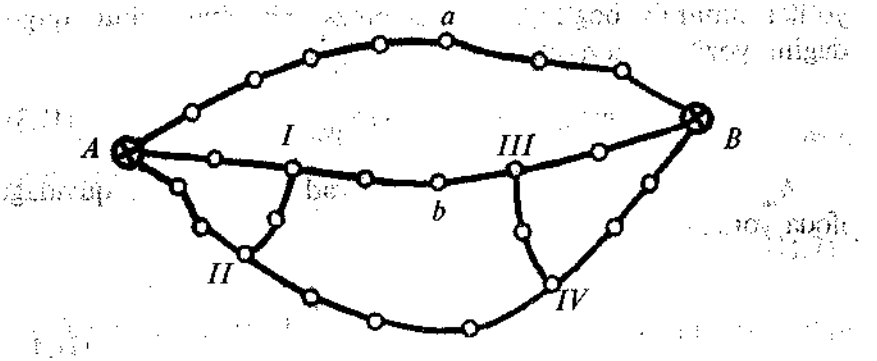
II sinf nivelirlash tarmog'ini to'ldirish uchun, uning reper va markalariga tayangan, alohida yo'l yoki poligon ko'rinishida III sinf tarmoq o'tkaziladi.

11-§. Balandlik tarmoqlari loyihasi aniqligini baholash

Trassalarni nivelirlash loyihasini tuzishda ularni asosan tuproq yo'llar bo'ylab joylashtirish, katta nishablikdagi joylarni, botqoq va suv havzalarini chetlab o'tish tavsiya etiladi.

II sinf nivelirlash tarmog'i tarkibida cho'kmaydigan va muzlamaydigan joylarga o'rnatilgan kamida ikkita reperlar to'plami bo'lishi kerak. Bu reperlar inshootlar cho'kishini kuzatishda foydalaniladigan ishchi reperlarni nazorat qilishda qo'llaniladi.

Planda asosiy punktlar *A*, *B* va I, II, III, IV tutash nuqtalar bilan nivelir tarmog'i loyihalangan bo'lsin (9-rasm). Agarda bu tarmoq topografik plan olish uchun asos sifatida



9-rasm.

ishlatilsa, tarmoqning eng zaif joyidagi reper balandligini aniqlash xatoligini baholash hamda *a* va *b* reperlarning o'zaro holati xatoligini aniqlash talab etiladi.

a va *b* reperlar oralig'idagi nisbiy balandlik xatoligi nivelirlash aniqligini hisoblash uchun kerak bo'ladi. Birinchi navbatda, loyihalanayotgan nivelirlash tarmog'ining sxemasidan va texnikaviy tavsifnomasidan foydalanib, o'rta kvadratik xatolik va tugun reperlar orasidagi nisbiy balandlik vazni hisoblanadi. Buning uchun quyidagi ifodadan foydalanish mumkin:

$$m^2 = m_{h\text{km}}^2 \cdot L_{\text{km}}, \qquad \text{(II.1)}$$

bu yerda $m_{h\text{km}}$ – 1 km yo'lni nivelirlash o'rta kvadratik xatoligi;

L – nivelirlash yo'lining uzunligi, km.

O'lchangan nisbiy balandliklar vazni quyidagicha hisoblanadi:

$$P_i = \frac{C}{m_i^2}, \qquad \text{(II.2)}$$

bu yerda C – maqsadga muvofiq tanlangan son.

a va *b* nuqtalar orasidagi nisbiy balandlikni topish aniqligining dastlabki hisobini ko'rib chiqamiz. *AaB* va *AbB*

yo'llar umumiy bog'liqlikka ega emas. Shuning uchun quyidagini yozish mumkin:

$$m^2_{ab(0)} = m^2_{Aa(0)} + m^2_{Ab(0)}. \qquad \text{(II.3)}$$

h_{Aa} nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatoligi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} P_{Aa(0)} &= P_{Aa} + P_{Ba}, \\ m^2_{Aa(0)} &= \frac{C}{P_{Aa(0)}}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(II.4)}$$

Shunga o'xshash holda $mAb\,(0)$ uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$\left.\begin{aligned} P_{Ab(0)} &= P_{Ab} + P_{Bb}, \\ m_{Ab(0)} &= \frac{C}{P_{Ab(0)}}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(II.5)}$$

O'z navbatida,

$$\left.\begin{aligned} m^2_{Ab} &= m^2_{AI(0)} + m^2_{Ib}, \\ m_{Bb} &= m^2_{BIII(0)} + m^2_{IIIb}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(II.6)}$$

$m_{AI(0)}$ va $m_{BIII(0)}$ xatoliklar qiymatlari A-I-II va B-III-IV poligonlar qiymatlarining o'rta vazni sifatida aniqlanadi:

$$m^2_{AI(0)} = \frac{K}{P_{AI(0)}}; \qquad m_{BIII(0)} = \frac{K}{P_{BIII(0)}},$$

bu yerda

$$P_{AI(0)} = P_{AI} + P_{I(0)},$$
$$P_{BIII(0)} = P_{BIII} + P_{3(0)},$$

$$P_{I(0)} = \frac{C}{m^2_{I(0)}}; \qquad P_{3(0)} = \frac{C}{m^2_{3(0)}}.$$

$m^2_{I(0)}$ va $m^2_{3(0)}$ qiymatlar esa quyidagi ifodadan aniqlanishi mumkin:

$$\left.\begin{aligned} m^2_{1(0)} &= m^2_{AI} + m^2_{II\text{-}I}, \\ m^2_{3(0)} &= m^2_{BIII} + m^2_{III\text{-}IV}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(II.7)}$$

Topilgan kattaliklarni ketma-ket o'rniga qo'yish bilan kerakli $m_{ab(0)}$ xatolikni aniqlashimiz mumkin.

$h_{II\text{-}IV}$ nisbiy balandlik xatoligini aniqlash uchun tenglashtirilgan va o'lchangan qiymatlar orasida munosabat o'rnatuvchi ifodadan foydalanish mumkin:

$$m_T = m\sqrt{\frac{n-r}{n}}, \qquad \text{(II.8)}$$

bu yerda n — o'lchangan qiymatlar soni;
r — shartli tenglamalar soni.

Nazorat savollari

1. Geodezik balandlik tarmoqlarini barpo etishda nimalarga ahamiyat beriladi?
2. Balandlik tarmoqlarini barpo qilish usullari.
3. Qaysi sinf tarmoqlari bosh balandlik asosini tashkil etadi?
4. I sinf nivelirlash tarmoqlari qanday maqsadlarda barpo etiladi?
5. Qanday hollarda IV sinf nivelirlash tarmog'i barpo etiladi?
6. Nivelirlash yo'lidagi yo'l qo'yarli bog'lanmaslik:
a) I sinf tarmog'i uchun.
b) II sinf tarmog'i uchun.
v) III sinf tarmog'i uchun.
g) IV sinf tarmog'i uchun.
7. Nivelirlash tarmoqlarining texnikaviy tavsifnomasini aytib bering.
8. II sinf nivelirlash tarmog'i uchun qaysi sinf tarmog'i asos bo'lib xizmat qiladi?

9. Balandlik tarmog'i loyihasi aniqligini baholashning qanday usullarini bilasiz?

Tayanch so'zlar: *Nisbiy balandlik vazni, tenglashtirilgan qiymatlar, shartli tenglamalar, tugun nuqta, ishchi reper, balandlik asosi.*

III BOB. TOPOGRAFIK-GEODEZIK QIDIRUV

12-§. Yirik masshtabli planlarning umumiy tavsifi

Yirik masshtabli deb, 1:500; 1:1000; 1:2000 va 1:5000 masshtabda tuzilgan topografik planlarga aytiladi. Qo'llanilishiga qarab „Yer, geodeziya va kadastr" qo'mitasi korxonalari tomonidan tuziladigan – asosiy yirik masshtabli planlar va xalq xo'jaligining aniq masalasini yechish uchun tuziladigan – maxsuslashtirilgan: yer xo'jaligi, o'rmon tuzilishi, markscheyderiya, kadastr, injener-topografik yirik masshtabli planlarga bo'linadi.

Maxsuslashtirilgan yirik masshtabli planlarning asosiy qismini loyihalash, qurish va injenerlik-inshootlaridan foydalanish jarayonida tuziladigan plan va profillar tashkil etadi.

Qo'llanilishiga qarab qidiruv planlari, ijroiy planlar va kadastr planlariga bo'linadi. Qidiruv planlari qurilish maydonlari yoki trassaning eng qulay variantlarini tanlash uchun; ijroiy planlar qurilish jarayonida tuzilib, qurilayotgan binoning loyiha bilan mosligini tekshirish uchun; kadastr planlari bino va inshootlardan foydalanish jarayonida ularning maydoni, o'lchamlari, yer osti kommunikatsiyalari, yuridik, egalik va hokazolarni ro'yhatga olish uchun tuziladi.

Hozirgi davrda tuzilayotgan planlarning aksariyat qismi kadastr planlari bo'lib, ularda xususiy va davlat mulki, o'rmon, yer, suv havzalari tasvirlanadi va ularning tannarxi va sifati haqidagi to'liq ma'lumotlar keltiriladi.

Yirik masshtabli plan olish maydon hajmiga bog'liq ravishda stereotopografik, taxeometrik, menzulaviy, teodolit

bilan plan olish va maydonni nivelirlash usullari yordamida amalga oshiriladi.

Yirik masshtabli planlarda plan olish usulidan qat'iy nazar joyning relefi otmetkalar yordamida tuzilgan gorizontal orqali ifodalanadi, temir va avtomabil yo'llari, elektr uzatish tarmoqlari, quvuro'tkazgichlar, kanallar, daryolar va boshqalar to'liq ko'rsatiladi.

Planning aniqligi, batafsilligi va to'liqligi. Topografik plan va uni tuzish aniqligi, batafsilligi hamda to'liqligi tafsilot va relefning to'liq tasvirlanishi bilan tavsiflanadi.

Planning aniqligi deganda, tasvirlanayotgan nuqtaning planli va balandlik holatining o'rta kvadratik xatoligi tushiniladi. Nuqta planli holatining o'rta kvadratik xatoligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$m_n = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}; \qquad \text{(III.1)}$$

bu yerda m_x va m_y — planda nuqtaning abssissa va ordinatasini o'lchash o'rta kvadratik xatoligi.

Agarda $m_x \approx m_y = m_k$ deb qabul qilsak,

$$m_n = m_k\sqrt{2}\,.$$

Tajriba natijalariga binoan, bu qiymat 0,3—0,4 mm ni tashkil etadi.

Planning masshtabi qancha yirik bo'lsa, uning aniqligi shunchalik yuqori bo'ladi. Planning batafsilligi undagi tasvirlangan shakllarning joydagi kontur va elementlarga o'xshashlik darajasi bilan tavsiflanadi. Planning masshtabi qanchalik yirik bo'lsa, shunchalik batafsilroq va kam umumlashtirilgan bo'ladi. Umumlashtirish darajasi planda 0,5 mm dan oshmasligi kerak.

Planning to'liqligi deganda uni tafsilot va relef elementlari bilan zichlik darajasiga aytiladi. Planning to'liqligi, planda tasvirlanishi kerak bo'lgan obyektlarning eng kichik o'lchami va masofalari bilan tavsiflanadi.

Injener-topografik plan olish masshtabi qator omillarga asosan belgilanadi: planda yechiladigan loyihaviy masalalar; joy tafsiloti va relefning murakkabligi; yer osti va ustki kommunikatsiyalarining zichligi va boshqalar.

Quyidagi plan masshtablari ko'proq qo'llaniladi;

a) 1:10000 gorizontal kesim balandligi 1–2 m – qurilish maydonlarining o'rni, trassa yo'nalishini tanlash, suv omborlari maydoni va hajmini hisoblash uchun;

b) 1:5000 gorizontal kesim balandligi 1–0,5 m – shahar va sanoat komplekslarining bosh planini tuzish, chiziqli inshootlarni loyihalash va hokazolar uchun;

d) 1:2000 gorizontal kesim balandligi 0,5–1 m – sanoat, gidrotexnik, transport inshootlarining texnik loyihalarini tuzish, aholi punktlari bosh planini tuzish, qizil chiziq planini tuzish uchun;

e) 1:1000 gorizontal kesim balandligi 0,5 m – ishchi chizmalar, yer osti kommunikatsiyalarining loyihalari va tik tekislash loyihasi uchun;

f) 1:500 gorizontal kesim balandligi 0,5 m – shahar va sanoat korxonalarining ishchi chizmalarini, ijroiy hujjatlarni tuzish uchun;

Injener-topografik plan olishda asosiy e'tibor joy relefini tasvirlashga qaratiladi. Sababi, shunga asosan binoning loyihaviy otmetkalari, yo'l va quvuro'tkazgichlar nishabliklari, maydonlarning tik tekislash loyihasi hisoblanadi.

Nazariy hisoblar va tajribalar natijalariga asoslangan holda planda relefni tasvirlash aniqligini baholash uchun qator formulalar taklif etilgan. Bulardan ba'zilari quyidagi ko'rinishga ega

$$m_H = a + b\mathrm{tg}\gamma\,, \qquad \text{(III.2)}$$

bu yerda m_H – gorizontal yordamida nuqta otmetkasini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi;

γ – joyning nishabligi; a va b – tajriba natijalarini kichik

kvadratlar usulida qayta ishlashdan olinadigan birinchi va ikkinchi guruh xatoliklari.

Relefni tasvirlash aniqligini baholashda prof. V. Bolshakov tomonidan keltirib chiqarilgan ifodada joyning nishabligi, plan masshtabi, relef kesim balandligi ta'siri to'liq hisobga olingan:

$$m_H = \sqrt{\omega^2\left(l + \frac{h}{i_{o'r}}\right) + m_{H_{Pk}}^2 + (m_{Pl}M)^2 i_{o'r}^2}, \qquad \text{(III.3)}$$

bu yerda: ω – relefni umumlashtirish hisobiga yuzaga keladigan tasodifiy ta'sir qilish xatoligining koeffisiyenti;

l – piket nuqtalari orasidagi masofa;

m_{Pl} – nuqta holatini aniqlashning o'rta kvadratik xatoligi 1 mm ga teng deb qabul qilinadi;

h – relef kesim balandligi;

$i_{o'r}$ – joyning o'rtacha kesim balandligi;

$m_{H_{Pk}}$ – piket nuqtalari otmetkasini aniqlashning o'rtacha kvadratik xatoligi (0,05 m);

M – plan masshtabi maxraji.

Kuzatishlarga asosan tekis joylarda relefni tasvirlashning o'rta kvadratik xatoligi:

$$m_H = 1/5h, \qquad \text{(III.4)}$$

bu yerda h – relef kesimi.

13-§. Planda o'lchash aniqligi

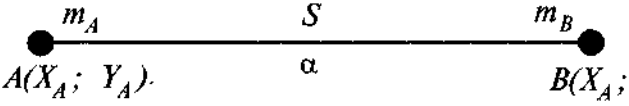
Planda masofani topish aniqligi. *A* va *B* nuqtalar orasidagi *AB* masofaning aniqligini baholaylik (10-rasm). Bizga ma'lumki, ikki nuqta orasidagi masofa quyidagi ifoda yordamida hisoblanishi mumkin:

$$S^2 = (X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2. \qquad \text{(III.5)}$$

Xatoliklar nazariyasiga asosan o'rta kvadratik xatolikka o'tamiz:

$$m_S^2 = \frac{1}{2}(m_A^2 + m_B^2),$$

bu yerda m_A, m_B – A va B nuqtalar holatining o'rta kvadratik xatoligi.



10-rasm.

Agarda $m_A = m_B = m_T$ bo'lsa, $m_S = m_T$ bo'ladi.

Bundan ko'rinib turibdiki, ikki nuqta koordinatalari yordamida hisoblangan masofaning o'rta kvadratik xatoligi bitta nuqta holatining o'rta kvadratik xatoligiga tengdir.

Planda yo'nalishni topish aniqligi. Agarda A va B nuqtalar kooordinatalari X_A, Y_A, X_B, Y_B planda aniqlangan bo'lsa, AB yo'nalishning direksion burchagi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}. \qquad \text{(III.6)}$$

Xatoliklar nazariyasiga binoan, buni quyidagi ko'rinishga keltirishimiz mumkin:

$$m_\alpha^2 \frac{1}{S^2}\left(m_{k_A}^2 + m_{k_B}^2\right), \qquad \text{(III.7)}$$

agarda $m_A = m_B = m_k$ bo'lsa,

$$m_\alpha = \frac{m_k\sqrt{2}}{S} = \frac{m_T}{S};$$

bu yerda m_T – planda nuqta holatining o'rta kvadratik xatoligi.

Burchak qiymati quyidagicha yoziladi:

$$m_\alpha = \frac{m_T}{S}\rho. \qquad \text{(III.8)}$$

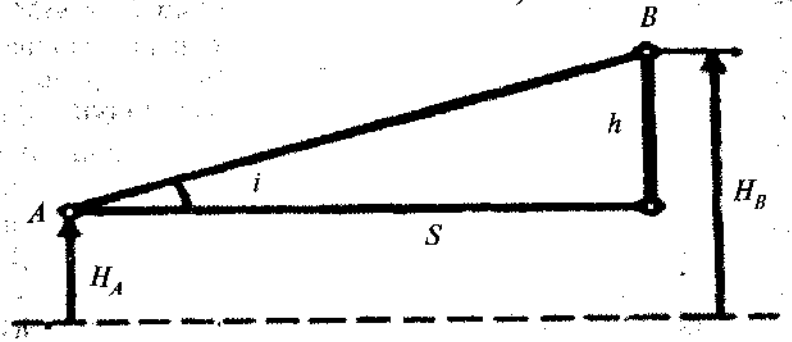
Masalan: $m_T = 0{,}3$ mm; $S = 100$ mm deb olsak,

$$m_\alpha = \frac{0{,}3.3438}{100} = 10{,}3^{1}$$

bo'ladi.

Planda nisbiy balandlikni topish aniqligi. A va B nuqtalarning plandan olingan H_A va H_B otmetkalari orqali hisoblangan nisbiy balandlik va nishablik quyidagicha ifodalanadi:

$$\left.\begin{aligned} h_{A-B} &= H_B - H_A, \\ i_{A-B} &= \frac{h_{A-B}}{S_{AB}}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(III.9)}$$



11-rasm.

Agarda A va B nuqtalar balandligi bir xil aniqlikda topilgan bo'lsa, nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatoligini quyidagi ifodadan foydalanib hisoblash mumkin:

$$m_h = \sqrt{m^2_{H_B} + m^2_{H_A}} = m_H\sqrt{2}. \qquad \text{(III.10)}$$

Nishablikning o'rta kvadratik xatoligi esa

$$m_i = \frac{m_h}{S} = \frac{m_H\sqrt{2}}{S}. \qquad \text{(III.11)}$$

Agarda $m_H = 0{,}10$ m va $S = 30$ m bo'lsa, $m_h = 0{,}14$ va $m_i = 0{,}005$ bo'ladi.

Maydonni o'lchash aniqligi. Professor V. Maslov tomonidan keltirib chiqarilgan maydonni o'lchash aniqligini baholash formulasi quyidagicha ifodalanadi:

$$m_p = m_T\sqrt{P}\sqrt{\frac{1+K^2}{2K}}, \qquad \text{(III.12)}$$

bu yerda: m_T – tomonlar uzunligini o'lchash o'rta kvadratik xatoligi;

P – o'lchanadigan maydon qiymati;

K – maydon uzunligining eniga nisbati.

Agarda $m_T = 0{,}3$ mm va $P = 2500$ mm^2 bo'lsa,

$$\frac{m_p}{P} = \frac{0{,}3}{50} = 1/167 = 0{,}6\%$$

bo'ladi.

14-§. Yer osti kommunikatsiyalarini planga tushirish

Yer osti kommunikatsiyalarining turlari. Hozirgi zamon sanoat va fuqaro inshootlari katta tarmoqli yer osti kommunikatsiyalari bilan tavsiflanadi. Yer osti kommunikatsiyalarini texnik ro'yhatga olishda, ya'ni joyning kadastrini barpo etishda ularning barcha o'zgarish va qo'shimchalari bilan aniq va to'liq tasvirlangan plani kerak bo'ladi.

Geodezik o'lchashlar nuqtai nazaridan barcha yer osti kommunikatsiyalarini uch turga bo'lish mumkin.

1. O'zioqar quvuro'tkazgichlar – ifloslangan suvlarni tozalash inshootlariga yuboradi.

Ular 600 mm va undan katta diametrli quvurlardan

quriladi. Bu turdagi kommunikatsiyalarga drenajlarni ham kiritish mumkin.

O'zi oqar quvuro'tkazgichlarni yotqizishda loyihaviy nishabliklarga katta ahamiyat beriladi, nishablikning eng kichik qiymati 200 mm diametrli quvur uchun 0,003–0,001 va undan katta diametrli quvurlar uchun 0,0005 ni tashkil etishi kerak.

2. Bosimli quvuro'tkazgichlar – metall quvurlardan yasalgan bo'lib, suyuq va gaz mahsulotlari bosim ostida oqiziladi.

3. Kabel tarmoqlari – elektr uzatish va yoritish uchun ishlatiladigan yuqori va past kuchlanishli kabellar hamda telefon va telegraf aloqasi, radioeshittirish, signallashtirish uchun ishlatiladigan tarmoqlarga bo'linadi.

Plan olish usullari. Eng sodda va shu bilan birga eng aniq va ishonchli plan olish usullaridan biri, zovurlarga yotqizilgan yer osti kommunikatsiyalarining ijroiy planini olish hisoblanadi. Planda burilish burchak uchlari, quduqlar va boshqa tavsifli nuqtalar geodezik asos punktlariga yoki inshoot o'qlariga bog'lanadi. Balandlik hisobini aniqlash uchun quvuro'tkazgich nivelirlanadi.

Ijroiy hujjatlar mavjud bo'lmagan shahar hududlarida yer osti kommunikatsiyalar planini tuzish uchun shurflash usuli qo'llaniladi, bir-biridan ma'lum masofalarda joylashgan chuqur bo'ylama zovurlar qaziladi. Zovurlar joyda quvur-o'tkazgichlar va kabellar zarar yetkazmagan holda ehtiyotlik bilan qaziladi.

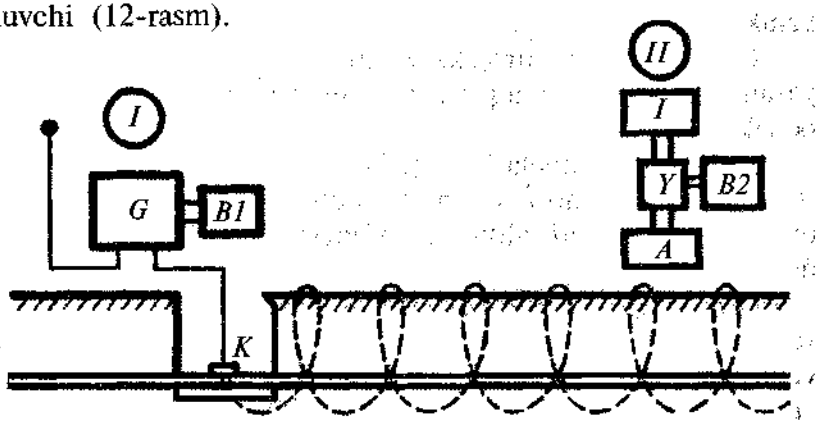
Planli bog'lash asosan holati ma'lum bo'lgan nuqtalar orasidagi masofalarni o'lchash yo'li bilan amalga oshiriladi. Balandlik bo'yicha geodezik bog'lash esa nivelirlash orqali bajariladi.

Keyingi yillarda yer osti kommunikatsiyalarini aniqlash uchun maxsus induktivli asboblar – quvurqidirgichlar keng qo'llanilmoqda. Bu asboblar asosan uch qismdan: generator, antennali qabul qilish qurilmasi va ta'minlash manbayidan iborat bo'lib, metalldan yasalgan quvuro'tkazgichlar va kabel

yo'nalishlarining planli holati va chuqurligini aniqlashga mo'ljallangan.

Induktivli qidirish asboblari. Yer osti kommunikatsiyalarini qidirishda ishlatiladigan barcha asboblar bir xil tamoyilda tuzilgan va faqat sxemalari va texnik tavsifi bilan farq qiladi.

Ular ikkita blokdan tuzilgan bo'ladi: uzatuvchi va qabul qiluvchi (12-rasm).



12-rasm.

Uzatuvchi blok tarkibiga boshqaruvchi qurilmali generator *G*, batareya *B*1, yerga ulangan sim *S* va quvur yoki kabelga ulanuvchi kontakt *K* lar kiradi. Qabul qiluvchi magnitli antenna *A* ta'minlash manbayi *B* bilan kuchaytirgich *U* va indikator *I* dan tashkil topgan. Quvur-kabel qidiruvchi asboblar o'zlarining texnik tavsifi bo'yicha uch guruhga bo'linadi.

1- guruh asboblari 35–50 W quvvatli generatorga ega bo'lib, qidiruv konturining kuchaytirish koeffitsiyenti – 10000. Qulay sharoitda kommunikatsiyalarni eshitish uzoqligi 2 km ni tashkil etadi. Bu guruh asboblariga BTp-I, BTp-V, ТПК-1 kiradi.

2- guruh asboblari 20 W gacha quvvatli generatorga ega bo'lib, qidiruv konturining kuchaytirish koeffitsiyenti – 2000. Qulay sharoitda bu guruhdagi asboblar bilan eshitish uzoqligi 1 km ni tashkil etadi. Bu guruh asboblariga BTR-IV, И-2, ТКИ-2 larni kiritish mumkin.

3- guruh asboblari kabellar o'rnini aniqlashda qo'llaniladi (ИР-7,ГКИ). Ular katta bo'lmagan quvvatga (2 W gacha) ega va eshitish uzoqligi 0,5 km gacha bo'lishi mumkin.

Yer osti kommunikatsiyalarini qidirish usullari. Yer osti kommunikatsiyalari holatini induktiv asboblarda aniqlash bog'langan va bog'lanmagan usullarda bajarilishi mumkin.

Bog'langan usul nisbatan aniqroq hisoblanadi. Bu usulda generator bevosita quvurga ulanadi va uning atrofida elektromagnit maydoni tashkil etiladi.

Generator ta'minlash manbayiga ulanadi va qabul qiluvchi qurilma yordamida tovush eshitish yo'li bilan yer osti kommunikatsiyalari o'qlarini qidirish boshlanadi.

Agarda generatorni quvur yoki kabelo'tkazgichga ulash imkoniyati bo'lmasa, u holda qidiruv bog'lanmagan usulda amalga oshirilishi mumkin. Bu usulning mohiyati shundan iboratki, generator kamida ikkita nuqtada yerga sim orqali ulanadi, natijada quvur yoki kabel atrofida elektromagnit maydoni hosil bo'ladi, bundan esa o'z navbatida qidirish uchun foydalaniladi.

Bog'lanmagan usulda eshitilish uzoqligi bog'langan usuldagidan 2–4 marta kam bo'ladi. Bu usulning aniqligi kam hisoblanadi, shuning uchun bog'lanmagan usul asosan kommunikatsiyalarning dastlabki holatini aniqlashda qo'llaniladi.

Nazorat savollari

1. Qanday planlarga yirik mashtabli topografik planlar deyiladi?
2. Yirik masshtabli plan turlari.
3. Foydalanilishiga qarab planlar qanday turlarga bo'linadi?
4. Kadastr planlari nima?
5. Planning aniqligini ta'riflang.
6. Planning batafsilligi nima?
7. Planning to'liqligini ta'riflang.
8. Qaysi plan masshtablari ko'proq ishlatiladi?
9. Planda relefni tasvirlash aniqligi qanday hisoblanadi?
10. Relefni tasvirlash o'rta kvadratik xatoligi ifodasini yozing.
11. Planda ikki nuqta orasidagi masofani aniqlash ifodasini yozing.

12. Berilgan yo'nalishning direksion burchagini hisoblash ifodasi.
13. Planda nisbiy balandlikni hisoblash ifodasini yozing.
14. Planda nishablikni hisoblash ifodasini yozing.
15. Nisbiy balandlikni hisoblashning o'rta kvadratik xatoligini yozing.
16. Nishablikni hisoblashning o'rta kvadratik xatoligini yozing.
17. Maydonni o'lchash aniqligi ifodasini yozing.
18. Yer osti kommunikatsiyalari turlarini ayting.
19. O'zi oqar quvuro'tkazgichlar qanday nishablikda loyihalanadi?
20. Yer osti kommunikatsiyalarini planga olish usullari.
21. Shurflash usulining mohiyati.
22. Induktivli qidirish asboblari yordamida planga olish usulining mohiyati.
23. Induktivli qidirish asboblari qanday guruhlarga bo'linadi?
24. Yer osti kommunikatsiyalarini qidirish usullarini aytib bering.

Tayanch so'zlar: *Yirik masshtabli planlar, maxsuslashtirilgan plan, kadastr plan, qidiruv planlari, ijroiy planlar, planning aniqligi, planning batafsilligi, plan zichligi, o'zi oqar quvuro'tkazgichlar, bosimli quvuro'tkazgichlar, induktivli qidirish asboblari, generator.*

IV BOB. CHIZIQLI INSHOOTLARNI TRASSALASH

15-§. Trassa va trassalash haqida umumiy tushuncha

Trassa elementlari. Loyihalanayotgan chiziqli inshootning topografik kartaga tushirilgan yoki joyda belgilangan o'qi trassa deyiladi.

Trassaninig asosiy elementlari quyidagilar hisoblanadi: plan – uning gorizontal tekislikka proyeksiyasi; bo'ylama profil – loyihalanayotgan chiziqning vertikal qirqimi. Trassa planda turli xil yo'nalishdagi chiziqlardan iborat bo'lib, bu chiziqlar o'zaro turli radiusdagi aylanalar orqali tutashgan bo'ladi.

Bo'ylama profilda esa trassa turli nishablikdagi chiziqlardan tashkil topgan bo'lib, bu chiziqlar vertikal qayrilmalar bilan tutashgan bo'ladi.

Odatda, trassa nishabligi katta bo'lmaganligi uchun uning tasvirini yaqqolroq ko'rsatish maqsadida bo'ylama profil vertikal masshtabi gorizontal masshtabga nisbatan 10 baravar yirik qilib olinadi (masalan, gorizontal masshtab 1:10000, vertikal masshtab 1:1000).

Joyni va loyihalanayotgan chiziqli inshootni aniqroq tasvirlash uchun trassa yo'nalishiga perpendikular holda vertikal va gorizontal masshtablari bir xil bo'lgan ko'ndalang profil tuziladi.

O'tkazilayotgan joyning topografik sharoitiga qarab trassalar: vodiy, suvayirg'ich, tog'yonbag'ri va ko'ndalang suv ayirg'ich trassalariga bo'linadi.

Vodiy trassasi vodiy hududidan o'tgan bo'lib, tekis plan va profilga ega bo'ladi. Lekin u katta sondagi suv havzalarini kesib o'tadi, shuning uchun u qimmatbaho o'tish inshootlarini barpo etishni talab qiladi, bu esa trassa narxini oshirib yuboradi. Ba'zi hollarda noqulay geologik sharoiti tufayli vodiy trassasini rad qilishga ham to'g'ri keladi.

Suv ayirg'ich trassasi joyning nisbatan yuqori otmetkalaridan o'tadi. Planda trassa nisbatan murakkab bo'lgani bilan ish xajmi kam, sun'iy inshootlarni kam talab qiladi hamda geologik sharoit yaxshi bo'ladi. Lekin tepalik joylarda suv ayirg'ichlar ensiz va egri-bugri bo'ladi, shuning uchun trassani murakkablashtirib yuboradi.

Tog' yon bag'ri trassasi tog' yon bag'rida joylashgan bo'ladi. U, odatda, juda tekis nishablik bilan loyihalanishi mumkin, ammo planda egri-bugri bo'ladi. Bu yerda jarlik, chuqurliklar ko'p uchraydi va bu foydalanishni qiyinlashtiradi.

Ko'ndalang suv ayirg'ich trassasi vodiy va suv ayirg'ichlarni kesib o'tadi. Planda trassa to'g'ri chiziqqa yaqin, lekin murakkab o'tish inshootlarini qurishga to'g'ri keladi. Shu sababli bu trassa qimmatbaho hisoblanadi. Amalda trassa faqat vodiy bo'ylab yoki suv ayirg'ichda joylanishi kam uchraydigan holatdir. Odatda, joy sharoitiga bog'liq bo'lgan holda turli xil kategoriyadagi trassalar uchraydi.

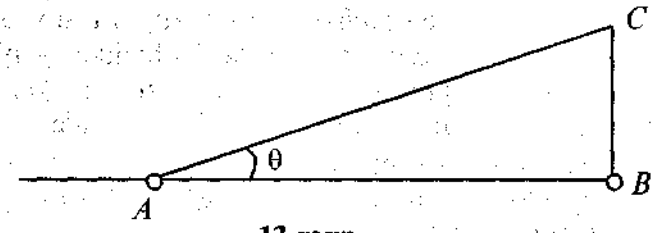
Trassalash parametrlari trassani loyihalashning texnik sharoitlariga asosan o'rnatilgan ma'lum talablarni qanoatlantirishi kerak.

Trassalash deb hamma texnik sharoitlar talabiga javob beruvchi, qurish va foydalanishda kam harajat talab qiluvchi trassa tanlashdagi injenerlik qidiruv ishlar yig'indisiga aytiladi.

Qulay bo'lgan trassa varianti texnik-iqtisodiy taqqoslash natijasida tanlanadi. Agar trassalash topografik karta, aerofotomateriallar yoki joyning raqamli modeli asosida aniqlansa, kameral trassalash, agarda joyda bevosita tanlangan bo'lsa, *dalada* (joyda) *trassalash* deyiladi. Trassalashda planli parametrlar: burilish burchagi, qayrilma radiusi, o'tish qayrilma uzunligi va balandlik parametrlar: bo'ylama nishablik, vertikal qayrilma radiusi mavjud. Ba'zi bir inshootlar uchun (o'zi oquvchi quvuro'tkazgichlar, panellar) balandlik parametrlariga, ba'zi bir inshootlar uchun esa (bosimli quvuro'tkazgichlar, elektro'tkazgich liniyalari) nishablik ko'p ahamiyatga ega emas bo'lib, asosan, qisqa masofadan o'tkazishga harakat qilinadi.

Tekis joylarda trassalash. Tekis joylarda trassaning holati konturli to'siqlar, ya'ni tafsilotlar orqali aniqlanadi. Bu yerda o'rtacha nishablik talab qilingan qiymatdan kichik bo'lganligi uchun trassalashni berilgan yo'nalishda o'tkazgan holda, to'g'ri trassa hosil qilishga harakat qilinadi.

Ammo trassa yo'nalishi bo'ylab uchraydigan botqoqlik, jarlik, yashash puktlari, qimmatbaho qishloq xo'jalik ekinlari va boshqa ko'rinishda uchraydigan to'siqlar *AB* trassani u yoki bu tomonga cheklanishga majbur etadi (13-rasm). Har bir



13-rasm.

burilish burchagi θ trassaning bir qancha uzayishiga olib keladi. Bu uzayishning nisbiy qiymati λ quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$\lambda = \frac{AC-AB}{AB} \qquad \text{(IV.1)}$$

yoki

$$AC = \frac{AB}{\cos\theta}$$

ekanligini hisobga olsak, u holda

$$\lambda = \frac{1-\cos\theta}{\cos\theta} \qquad \text{(IV.2)}$$

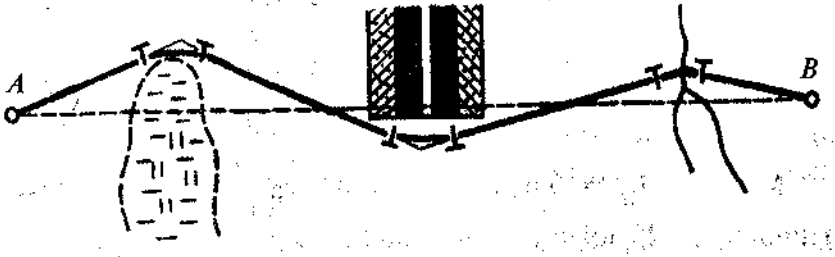
ga teng bo'ladi.

Burilish burchagi θ ning qiymatiga bog'liq ravishda uzayish quyidagiga teng:

θ (gradusda).....	10°	20°	30°	40°	50°	60°
λ (foizda).....	1,5	6,4	15,5	30,5	55,5	100

Keltirilgan qiymatlardan ko'rinib turibdiki, burilish burchagi 0°—20° bo'lganda uzayish kam bo'ladi.

Tekis joylarda qisqa trassaga ega bo'lish uchun trassalashning quyidagi qoidasiga amal qilish kerak.



14-rasm.

1. Trassani bitta to'siqdan ikkinchi to'siqqacha to'g'ri o'tkazish kerak. Trassaning to'g'ri chiziqdan cheklanishi va burilish burchagini belgilash asoslangan bo'lishi kerak.

2. Burilish burchagi uchlari to'siq qarshisida shunday tanlanadiki, trassa to'siqni aylanib o'tsin.

3. Trassaning sezilarli uzaymasligi uchun burilish imkoni boricha 20–30° dan katta bo'lmasligi kerak.

Tog'li joylarda trassalash. Tog'li joylardagi trassaning holati relef orqali aniqlanadi. Tog'li joyning nishabligi trassaning nishablik chekidan ancha ortib ketadi. Shuni e'tiborga olgan holda nishablik chekini saqlab qolish uchun trassani uzaytirishga to'g'ri keladi.

Shuning uchun tog'li joylarda trassa plani murakkab ko'rinishga ega. Joyda ikki nuqta orasida masofa l, nuqtalar balandligi farqi h bilan belgilansa, o'rtacha nishablik quyidagicha hisoblanadi:

$$i_M = \frac{h}{l}. \qquad \text{(IV.3)}$$

Agarda trassa o'rtacha nishabligi i_M trassa nishablik cheki i_{tr} dan katta bo'lsa, trassani uzaytirish qiymati l' quyidagiga teng:

$$l' = \frac{h}{i_{tr}} = \frac{i_M}{i_{tr}} l. \qquad \text{(IV.4)}$$

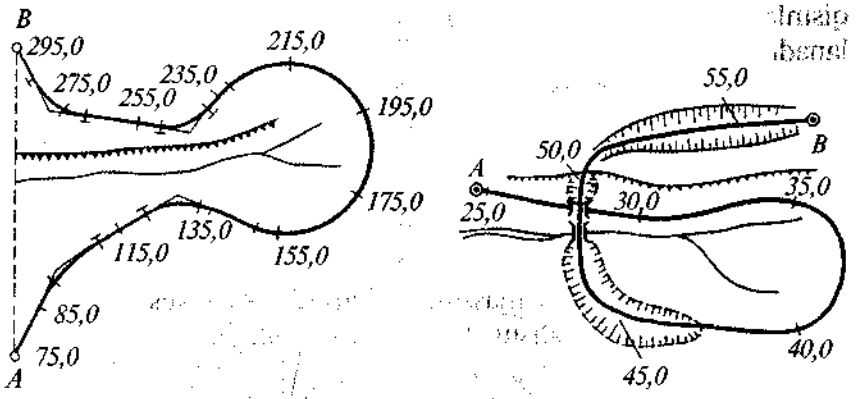
Nisbiy xatolik quyidagi ko'rinishga ega:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{i_M - i_{tr}}{i_{tr}}. \qquad \text{(IV.5)}$$

Masalan: $i_M = 0{,}015$; $i_{tr} = 0{,}012$ va $\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{4}$, ya'ni trassa uzunligining 25 foizini tashkil etadi.

Joyni relefiga qarab turlicha uzaytirish usullari qo'llaniladi:

S ko'rinishda, halqa, spiral va serpantina. Trassani serpantina usulida uzaytirish sxemasi 15-rasmda keltirilgan.



15-rasm.

Agarda trassani nisbatan kichikroq uzunlikda uzaytirish talab etilsa, to'g'ri chiziqli yo'nalish *S* ko'rinishidagi yo'nalish bilan almashtiriladi. Trassani sezilarli darajada uzaytirish talab etilgan hollarda (trassa tik tepalikdan o'tkazilganda) halqasimon spiral ko'rinishdagi murakkabroq qayrilmalardan foydalaniladi.

16-§. Kameral trassalash

Agarda trassalash topokartada, aerofotomateriallar yoki joyning raqamli modelida bajarilsa, bu kameral trassalash deyiladi. U asosan qidiruv bosqichida bajariladi va trassaning asosiy yo'nalishini hamda trassaning maqbul variantini tanlashda qo'llaniladi.

Joyning sharoitiga qarab kameral trassalash ikki xil usulda: sinab ko'rish va berilgan nishablik bo'yicha chiziq yasash usulida amalga oshiriladi.

Sinash usuli tekis joylarda qo'llanilib, quyidagi tartibda amalga oshiriladi: belgilangan ikki nuqta orasidagi eng qisqa

masofa bo'ylab bo'ylama profil tuziladi. Tuzilgan profil tahlil qilinadi va shunga binoan trassaning ba'zi bir qismlari o'ngga yoki chapga burilib loyihaviy balandlikka yaqinlashtiriladi. Bu qismlar qaytadan trassalanadi va qulay bo'lgan loyiha tanlanadi.

Tog' sharoitida berilgan nishablik bo'yicha chiziq yasash kameral trassalashning eng ko'p qo'llaniladigan usuli hisoblanadi.

Masalan, kartada A nuqtadan janubiy-sharq yo'nalishi bo'yicha trassa o'tkazilishi kerak bo'lsin, nishablik cheki i_{tr} bilan belgilangan deylik (16-rasm).

Buning uchun 1: E masshtabli kartada relef kesim balandligi h, masshtab qo'yilishi E hisoblab topiladi:

$$L = \frac{h}{\text{tg}\nu} = \frac{h}{i_{tr}} \qquad \text{(IV.6)}$$

yoki karta masshtabida

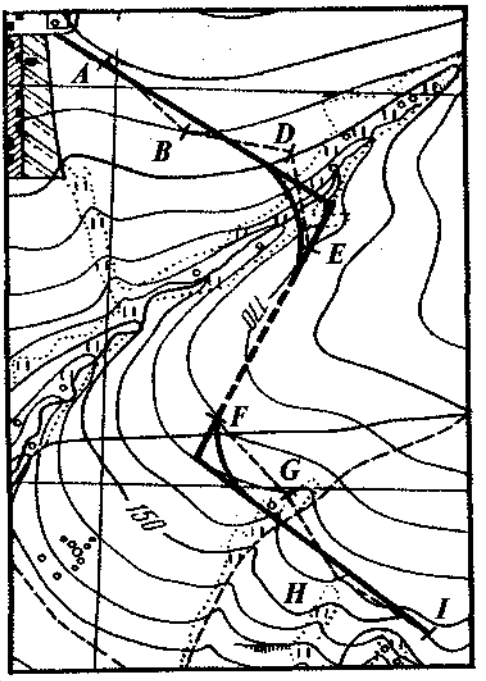
$$l = \frac{h}{i_{tr}} \cdot \frac{1}{M}. \qquad \text{(IV.7)}$$

Misol uchun h = 5 m, 1: M = 1 : 25000; i_{tr} = 0, 012 bo'lsa , l = 16,7 mm bo'ladi.

Undan keyin sirkul o'lchagich oralig'i L qiymatga (uzunlikka) tenglashtirilib, o'lchagichning bir uchi A nuqtaga, ikkinchi uchi qo'shni gorizontalga qo'yiladi (ko'rsatilgan yo'nalish bo'ylab), keyin gorizontal o'lchagich yordamida tutashtiriladi va B nuqta belgilanadi. Shu tartibda berilgan yo'nalish bo'yicha nuqtalar belgilanadi, ular orasidagi nishablik o'zaro tengdir.

Agarda shu yo'l bo'yicha trassa o'tkazilsa, hech qanday yer ishlari, ya'ni qirqish, kovlash va ko'mish ishlari bajarilmaydi. Lekin bu chiziq egri ko'rinishdan iborat bo'lganligi sababli, uni bir oz o'zgartirishga to'g'ri keladi.

Gorizontalar yordamida otmetkalar aniqlanadi va profil tuziladi.



16-rasm.

Nisbiy xatolik quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\left(\frac{m_{i_{tr}}}{i_{tr}}\right)^2 = \left(\frac{m_h}{h}\right)^2 + \left(\frac{m_l}{l}\right)^2. \qquad \text{(IV.8)}$$

$\frac{m_l}{l}$ ning kichik qiymat ekanligini e'tiborga olib, $m_{imp} = \frac{m_h}{h} i_{tr}$ ni yozish mumkin.

O'lchash ishlari suratdan foydalanib stereoasboblarda bajarilgan holda h nisbiy balandlik quyidagicha hisoblanadi:

$$h = \frac{H}{b+\Delta p}\ \Delta p \approx \frac{H}{b}\Delta p, \qquad \text{(IV.9)}$$

bu yerda, H – rasmga tushirish balandligi; b – bazis;

ΔR – kuzatish nuqtalarining bo'ylama parallaks farqi.

Joyning nishabligini aniqlash ifodasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$i = \frac{H}{L} = \frac{H}{L_b}\Delta p, \qquad \text{(IV.10)}$$

bu yerda L – nuqtalar orasidagi masofa $\Delta p = \frac{L_b}{H} i_{tr}$ ifoda yordamida hisoblanadi, agar masofa suratdan o'lchanca:

$$\Delta p = \frac{l_b}{f_k} i_{tr} \qquad \text{(IV.11)}$$

bo'ladi.

Nishablikni fotogrammetrik usulda aniqlashning o'rta kvadratik xatoligi

$$m_i = \frac{H}{L_b} m_{tr} \quad \text{yoki} \quad m_i = \frac{f_k}{l_b} m_{\Delta p}$$

ko'rinishga ega.

Agarda H = 1000 m, B = 65 mm, $m_{\Delta p}$ = 0,03 mm, l =100 m bo'lsa, $m_i = \pm 0{,}0005$ bo'ladi.

Fotogrammetrik trassalashda stereoasbobda aerosuratlarni oriyentirlash asos nuqtalar bo'ylab bajariladi. Stereoskopik usulda joyning relefi va geologik sharoiti o'rganib chiqiladi va trassa varianti tuziladi. Tekis joylarda trassalash sinash usulida bajariladi.

Bu usulning kamchiligi shundan iboratki, keyingi modelga o'tganda va profil tahlil etilganda, oldingi bajarilgan aerosuratga qaytish talab etiladi, bu esa vaqtdan yutqazishga olib keladi.

Shuning uchun multipleksdan (bir nechta stereojuftlikdan) foydalanish qulaydir. Oxirgi vaqtlarda trassani loyihalash stereosurat o'lchash materiallarini kompyuterda hisoblash bilan qo'shib olib borilmoqda.

Bu usulda stereomodel yirik aniqlikda fotogrammetrik asbobda yirik masshtabda quriladi. Asbobga koordinata va profil chizg'ichlar qo'yiladi va kompyuterga ulanadi.

Aerosurat 1:6000, 1:4000 masshtablarda bajarilib, geodezik bog'lash ishlari elektrooptik dalnomerlar va niverlirlar orqali amalga oshiriladi. Kompyuter yordamida fotogrammetrik koordinatalar geodezik koordinatalarga aylantiriladi va trassa grafik ko'rinishga keltiriladi.

Shu tariqa kompyuterga trassa bo'ylab yo'nalgan joyning raqamli modeli beriladi va trassa bo'ylama profili tuziladi.

Trassaning to'g'ri yo'nalishini tanlash, asosan, chiziqli inshoot qurilishi tannarxiga ta'sir qiladi. Maqbullashtirish jarayonida eng qisqa yo'nalish trassa profilining yaxshi va qulay sharoitda hamda iloji boricha kam to'siqlardan o'tishi hisobga olinadi. Bu jarayon ketma-ket yaqinlashish usulida amalga oshiriladi. Maqbullashtirish masalasini tannarxni eng kam miqdorga keltirish orqali yechish mumkin.

Maqbullashtirish sohasi trassa ellipsi bo'yicha aniqlanadi, qaysiki uning fokusida trassaning boshlang'ich va oxirgi nuqtalari joylashgan bo'ladi.

17-§. Joyda trassalash

Joyda trassalash quyidagi jarayonlardan tashkil topgan:

1) trassa loyihasini joyga ko'chirish;

2) burilish burchagini aniqlash;

3) masofa o'lchash. Piketlarni rejalash va piketlash daftarchasini to'ldirib borish;

4) doiraviy va o'tish qayrilmalarini rejalash;

5) trassani nivelirlash. Trassa bo'ylab reperlarni o'rnatish;

6) trassani joyda loyihalash;

7) trassani geodezik punktlarga bog'lash;

8) maydonlarni va o'tish joylarini suratga olish;

9) dala materiallarini qayta ishlash. Trassa plani va profilini tuzish.

Joyda trassalash, joy bilan tanishish va atrofdagi mavjud geodezik punktlarni aniqlashdan boshlanadi.

Loyihaviy boshlang'ich ma'lumotlarga asosan joyda burilish burchaklarining holati aniqlangandan keyin, trassaning belgilangan yo'nalishi kuzatiladi.

Agarda burilish burchaklari orasida ko'rinish bo'lmasa, masala ancha murakkablashadi. Bu holda trassa yo'nalishi quyidagi usullar yordamida aniqlanadi:

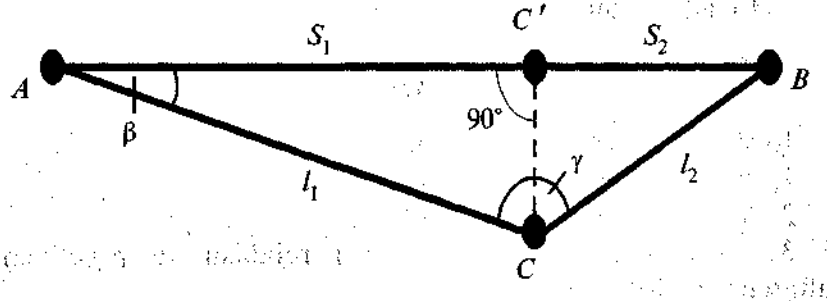
1. Agarda yaqin atrofda geodezik punkt bo'lsa, trassa yo'nalishi shu punktga bo'lgan yo'nalish orqali aniqlanadi.

2. Burilish burchagidan joydagi biror predmetga tomon bo'lgan yo'nalishning astronomik azimuti aniqlanadi va shu yo'nalish orqali trassa yo'nalishi beriladi.

3. Trassa yo'nalishining azimuti giroteodolit yordamida beriladi.

4. Ishlab chiqarishda ko'pchilik hollarda trassa yo'nalishi magnit azimuti yordamida beriladi.

Ba'zi hollarda *AB* (17-rasm) yo'nalishida birorta *C* nuqta belgilanadi.



17 rasm.

Agarda *C* nuqta *AB* chizig'ida yotmasa, u holda λ burchakning qiymati 180° dan farq qiladi. O'lchangan λ burchak va S_1, S_2 tomonlar yordamida β burchak hisoblanadi va *AC* tomon yo'nalishidan β burchak qiymatiga kamaytirib, *AB* yo'nalishi aniqlanadi:

$$\operatorname{ctg}\beta = \frac{S_1}{S_2 \cdot \sin\gamma} - \operatorname{ctg}\gamma. \qquad \text{(IV.12)}$$

m_β qiymati ± 1 dan oshmasligi uchun S_1, S_2 tomonlarni o'lchash aniqligini hisoblaymiz:

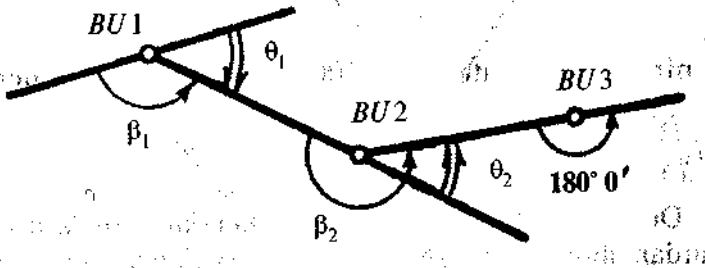
$$\frac{m_s}{S} \le \frac{\sin\gamma}{2p'\dfrac{S_1}{S_2}\sin^2\beta}; \quad m = \frac{\dfrac{S_2}{S_1}\sin^2\gamma}{\sqrt{2}\left(\cos\gamma - \dfrac{S_2}{S_1}\right)\sin^2\beta}.$$

$\frac{S_2}{S_1} = \frac{1}{2} \cdots \frac{1}{3} \cdots$ va $\beta = 1-2°$ larni qabul qilib, masofa o'lchash nisbiy xatoligi 1/100–1/200 va burchak o'lchash xatoligi 2–3′ ekanligini aniqlash mumkin.

Bu yerdan ko'rinib turibdiki, trassa yo'nalishini aniqlash uchun burilish burchagi orasida teodolit yo'li o'tkazish kifoya. CC' quyidagicha aniqlanadi:

$$CC' = S_1 \cdot \sin\beta. \qquad \text{(IV.13)}$$

Trassalashda asosan o'ng burchaklar β_1, β_2 (18-rasm) o'lchanadi. Burchak o'lchash xatoligi $\pm 0{,}5'$ ga teng.



18-rasm.

Trassa o'ngga qayrilganda burilish quyidagicha aniqlanadi.

$$\varphi_{o'ng} = 180^\circ - \beta_1. \qquad \text{(IV.14)}$$

Trassa chapga burilsa,

$$\varphi_{chap} = \beta_2 - 180^\circ \qquad \text{(IV.15)}$$

bo'ladi.

Trassaning to'g'ri, uzun qismida (500–800 m bo'lganda) stvor nuqtalar o'rnatiladi. Ular D_o. va D_{ch} da 180° burchak o'lchash orqali $\pm 1'$ aniqlikda o'rnatiladi.

Trassalashda ikki xil masofa o'lchash ishlari bajariladi. Birinchisi: burilish burchaklari va stvor nuqtalari orasidagi masofalarni o'lchash.

Joy sharoitiga bog'liq holda masofa o'lchash nisbiy xatoligi 1:100–1:200 bo'ladi va u tasma yoki optik dalnomer yordamida o'lchanadi. Ikkinchisi: piketlar oralig'i, qayrilma elementlarini rejalashda hamda tafsilotlargacha bo'lgan masofalarni o'lchashda bajariladi. Ular asosan tasma bilan o'lchanadi.

Piketlar 100 m oralig'ida o'rnatiladi, ulardan tashqari plus nuqtalari va joyning tavsifli nuqtalari belgilanadi.

Masofa o'lchashda tasmaning egilishi Δl ni quyidagicha hisoblash mumkin:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{l^2}. \qquad \text{(IV.16)}$$

$\frac{\Delta l}{l}$ ning nisbiy xatoligi 1/2000 dan oshmasligi uchun $f \leq$

$\leq l\sqrt{\frac{3}{8} \cdot \frac{\Delta l}{l}} \leq 0{,}27$ m bo'lishi kerak.

Doiraviy egrilikning asosiy elementlari (19-rasm) quyidagilardan iborat: burilish burchagi – φ (joyda aniqlanadi);

qayrilma radiusi – R;

$AC = PC = T$ kesma uzunligi (tangens);

qayrilma uzunligi – Q;

bissektrisa uzunligi – B;

domer – D;

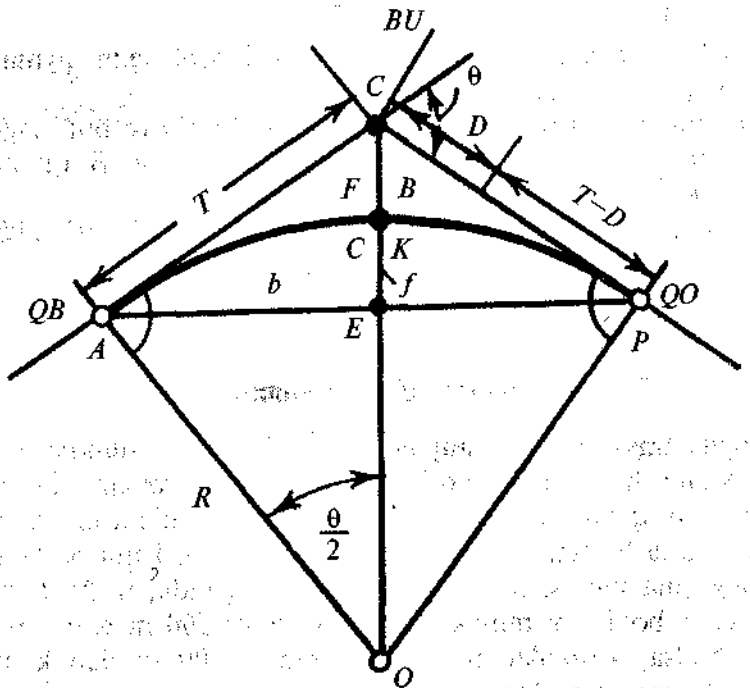
φ va R qiymatlari yordamida T, K, B va D lar quyidagicha hisoblanadi:

$$T = R\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2}, \qquad \text{(IV.17)}$$

$$Q = R\frac{\pi\varphi}{180^\circ}, \qquad \text{(IV.18)}$$

$$B = R\left(\sec\frac{\varphi}{2} - 1\right), \qquad \text{(IV.19)}$$

$$D = 2T - Q = R\left(2\operatorname{tg}\frac{\varphi}{2} - \frac{\pi\varphi}{180}\right). \qquad \text{(IV.20)}$$



19 rasm.

Yuqoridagi ifodalardan ko‘rinib turibdiki, qayrilmaning hamma elementlari radius R ga to‘g‘ri proporsional.

QB, QO va QO' nuqtalari qayrilmaning bosh nuqtalari hisoblanadi. Bularning qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} QB &= QO' - T, \\ QO &= QB + T, \\ QO' &= QB + \frac{K}{2}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IV.21)}$$

Tekshirish

$$\left.\begin{aligned} QO &= QO' + T - D, \\ QO' &= QO - \frac{Q}{2}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IV.22)}$$

Joyda qayrilma boshi yaqin piketdan hisoblangan qiymatni o‘lchab qo‘yish bilan aniqlanadi.

Qayrilma o‘rtasini aniqlash uchun qayrilish burchagini ikkiga bo‘lib, shu yo‘nalish bo‘ylab bissektrisa B qiymati o‘lchab qo‘yiladi.

Tekis joylarda piketlashni rejalashda masofa o‘lchash nisbiy xatoligi 1:1000 dan, tog‘li joylarda esa 1:500 dan oshmasligi kerak.

18-§. Qayrilmalarni mukammal rejalash

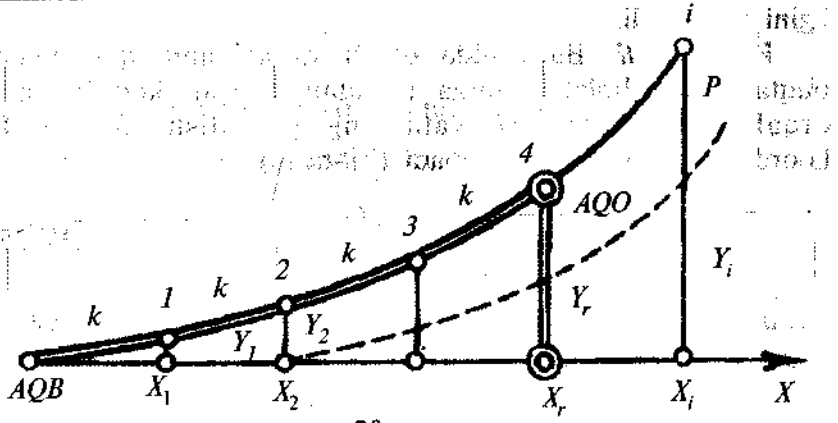
Joyda trassa qurish jarayonida qayrilmalarni shunday teng uzunlikdagi kesmalarga bo‘lish kerakki, bu yoylarni to‘g‘ri chiziq deb qabul qilish mumkin bo‘lsin. Shubhasiz, radius qancha katta bo‘lsa, rejalash oralig‘i shunchalik katta bo‘ladi.

Qayrilma radiusi 500 m dan katta bo‘lganda, u 20 m dan kesmalarga bo‘linishi mumkin. Agarda radius 500 m dan 100 m gacha bo‘lsa, kesmalar 10 m dan, radius 100 m dan kichik bo‘lganda esa kesmalar 5 m uzunlikdan bo‘linadi.

Mukammal rejalashning eng ko‘p ishlatiladigan usullari

quyidagilardan iborat: to‘g‘ri burchakli koordinatalar, vatar, burchaklar va ketma-ket vatar usullari.

To‘g‘ri burchakli koordinatalar usuli. Bu usulda qayrilmadagi 1, 2, 3 ... nuqtalar (20-rasm) holatining X, Y; X_1, Y_1; X_2, Y_2;... koordinatalari teng yoy kesmalar k orqali aniqlanadi. Bunda abssissa o‘qi sifatida tangens chizig‘i, koordinata boshi bo‘lib esa qayrilma boshi yoki oxiri qabul qilinadi.



20-rasm.

Aylanma qayrilma koordinatalari quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} X_1 &= R\sin\theta; \quad Y_1 = 2R\sin^2\frac{\theta}{2},\\ X_2 &= R\sin 2\theta; \quad Y_2 = 2R\sin^2 2\frac{\theta}{2},\\ X_3 &= R\sin 3\theta; \quad Y_3 = 2R\sin^2 3\frac{\theta}{2},\\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IV.23)}$$

bu yerda

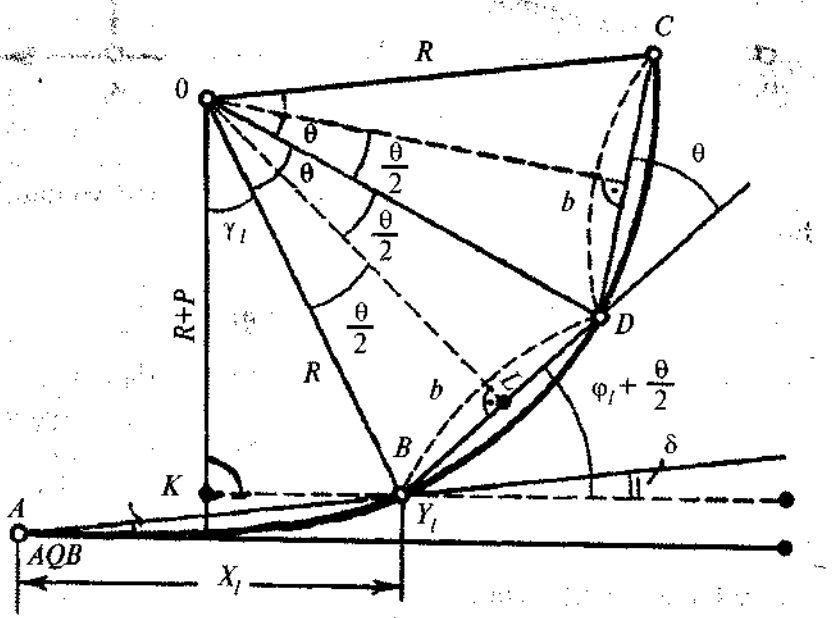
$$Q = \frac{180k}{\pi R}. \qquad \text{(IV.24)}$$

Rejalash qayrilmaning chekka nuqtasidan o'rtaga qarab bajariladi. Tangens bo'ylab uzunligi k, $2k$, $3k$, ... bo'laklarga teng bo'lgan kesmalar o'lchab qo'yiladi. Topilgan nuqtalardan perpendikular o'tkaziladi va u bo'ylab qayrilma nuqtalarini aniqlagan holda Y_1, Y_2, Y_3, ... ordinatalar o'lchab qo'yiladi.

Bu usulda qayrilmaning har bir nuqtasi ikkinchisiga bog'liq bo'lmagan holda aniqlanadi, shu sababli xatolar to'planishiga yo'l qo'yilmaydi, bu esa ushbu usulning afzalligini ko'rsatadi.

Vatar usuli. Bu usulda o'tish va aylanma qayrilmalar nuqtalarining holati vatarga nisbatan bo'lgan koordinatalar orqali aniqlanadi. AB vatarning yo'nalishi X_L va Y_L koordinatalari orqali aniqlanadi (21-rasm):

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{Y_L}{X_L}. \qquad \text{(IV.25)}$$



21-rasm.

Yetarli aniqlik bilan

$$\delta = \frac{\varphi_L}{3}. \qquad \text{(IV.26)}$$

AB vatarning davomi bilan qayrilmaning birinchi kesmasi *BD* orasidagi burchak quyidagiga teng:

$$\delta_1 = \varphi_L + \frac{\theta}{2} - \delta, \qquad \text{(IV.27)}$$

bu yerda φ_L – o'tish qayrilmasining markaziy burchagi;

θ – aylanma qayrilmaning markaziy burchagi:

$$\sin\frac{\theta}{2} = \frac{b}{2R}.$$

Vatarning uzunligi b = 100 m va undan katta qilib tanlanadi, ammo ordinata Y qiymati 2–3 m dan oshmaslik sharti bilan.

Kesmalar yo'nalishi δ, δ_1 va θ burchaklarga nisbatan teodolit yordamida beriladi. Qayrilmalarni mukammal rejalash uchun koordinatalar X va Y maxsus jadvalda R va b argumentlar yordamida aniqlanadi [14].

Bu jadvalda o'tish qayrilmalari uchun δ, φ_L, $\varphi_L - \delta$ va aylanma qayrilma θ uchun qiymatlari keltirilgan.

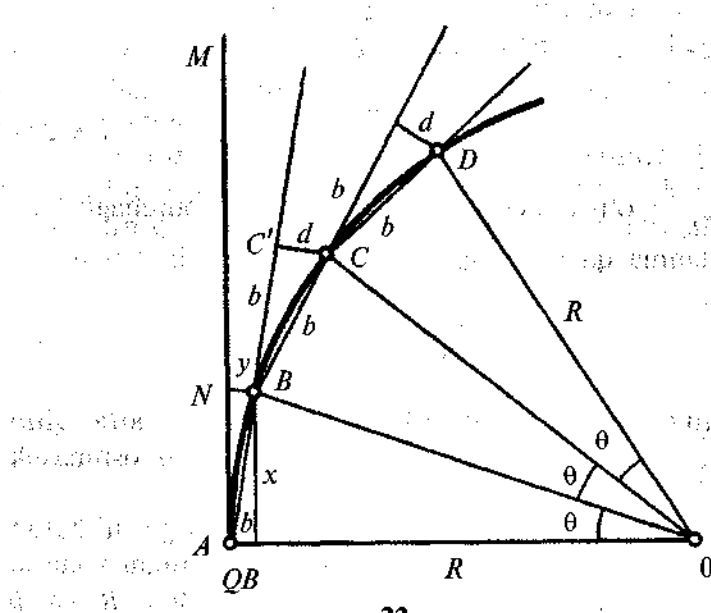
Qayrilmalarni mukammal rejalash tangens chizig'i bo'ylab, vatar chekkasidan o'rtaga tomon bajariladi.

Burchaklar usuli. Bu usulning mohiyati quyidagidan iborat.

Qayrilma boshi *A* nuqtaga teodolit o'rnatiladi va tangens chizig'idan $\frac{\theta}{2}$ burchak hosil qilinadi (22-rasm). Bu yo'nalish bo'yicha uzunligi *AB* bo'lgan kesma o'lchab qo'yiladi va joyda mahkamlanadi.

Boshlang'ich *AM* yo'nalishga nisbatan teodolit yordamida

ikkinchi burchak θ o'lchanadi va B nuqtadan uzunligi b ga teng bo'lgan kesma shunday qo'yilishi kerakki, uning uchi hosil qilingan yo'nalish bilan kesishsin. Hosil bo'lgan C nuqta joyda mahkamlanadi va bu jarayon boshqa nuqtalar uchun takrorlanadi.



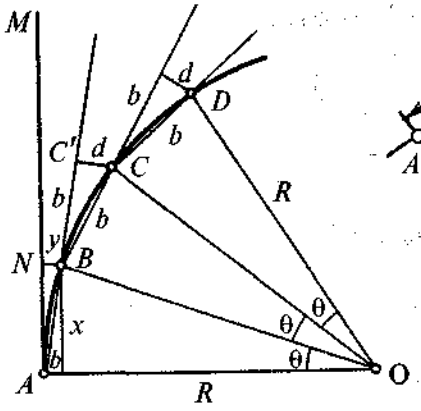
22-rasm.

Bu usulning kamchiligi shundan iboratki, keyingi nuqtaning holati oldingi nuqtaga nisbatan aniqlanadi, shu sababli qayrilmalarning uzunligi ortgan sari, rejalash aniqligi kamayib boradi.

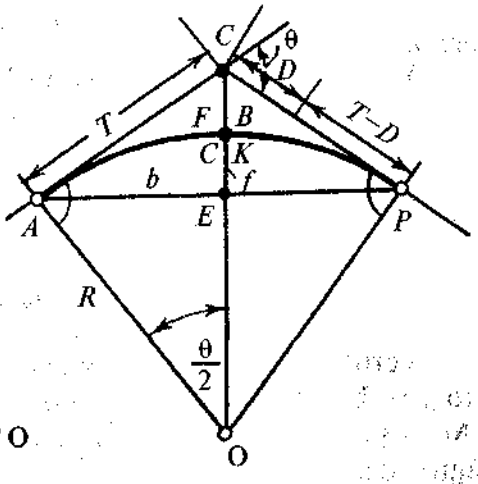
Ketma-ket vatar usuli. Qayrilmalarni bu usulda rejalash teodalitsiz bajariladi. Radius R va qabul qilingan vatar uzunligi b ga asosan, kesmalar d va y hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} y &= \frac{b^2}{2R}, \\ d &= 2y = \frac{b^2}{R}. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IV.28)}$$

Qayrilmalar birinchi B nuqtasining holati to'g'ri burchakli koordinatalar X va Y yordamida aniqlanishi mumkin (23-rasm).



23-rasm.



24-rasm.

Joyda B nuqta mahkamlanib, AB stvor davomi bo'ylab b vatar uzunligi o'lchab qo'yiladi va $CC' = d$ va $BC = b$ kesmalar kesishtirilib, qayrilmada C nuqta hosil qilinadi va hokazo.

Vertikal qayrilmalar. Trassa bo'ylama profilini loyihalashda, uning i_1 nishablikdan ikkinchi nishablik i_2 ga o'tishdagi singan qismi vertikal egri chiziq bilan tutashtiriladi (24-rasm). Bu katta radiusdagi doiraviy qayrilma bo'lishi mumkin.

Vertikal doiraviy qayrilma uzunligi Q_V quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$Q_V = R_V\beta, \qquad \text{(IV.29)}$$

bu yerda $\beta = \text{arctg}(i_1 - i_2)$.

Yo'l qo'yarli loyihaviy nishabliklar i_1 va i_2 qiymatlarning kichik bo'lishini hisobga olib,

$$\beta = i_1 - i_2$$

va

$$K_V = R_V\,(i_1 - i_2). \qquad \text{(IV.30)}$$

Vertikal qayrilma tangensi va bissektrisasi

$$T_V = R_B \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} = R_B\,\frac{i_1 - i_2}{2}, \qquad \text{(IV.31)}$$

$$B_V = \sqrt{T_V^{\,2} + R_V^{\,2}} - R_V\,. \qquad \text{(IV.32)}$$

Vertikal qayrilma profilidagi ixtiyoriy nuqtaning holati to'g'ri burchakli koordinatalar X va Y orqali aniqlanadi. Abssissa qiymati X 10 m deb qabul qilinsa, ordinata Y quyidagicha hisoblanadi:

$$Y = \frac{X^2}{2R}. \qquad \text{(IV.33)}$$

Vertikal qayrilma elementlari T_V, K_V va B_V hamda koordinatalar X va Y larni aniqlash uchun maxsus jadvallar tuzilgan [14].

Nazorat savollari

1. Trassa nima?
2. Plan nima?
3. Profil nima?
4. Ko'ndalang profil nima uchun tuziladi?
5. Trassa qanday turlarga bo'linadi?
6. Vodiy trassasining ta'rifini aytib bering.
7. Tog' yon bag'ri trassaning ta'rifini aytib bering.
8. Trassalash deb nima aytiladi?
9. Kameral trassalash deb nimaga aytiladi?
10. Joyda trassalashning mohiyatini ayting.
11. Trassa uzayishing qiymati qanday ifodalanadi?

12. Trassalashda qo'yiladigan talablar nimalardan iborat?
13. Tog'li joylarda trassalashning holati nima bilan tavsiflanadi?
14. Kameral trassalash qanday usullarda amalga oshiriladi?
15. Sinab qo'rish usulining mohiyatini tushuntiring.
16. Berilgan nishablik bo'yicha chiziq yasash usulining mohiyatini tushuntiring.
17. Fotogrammetrik trassalashning mohiyatini tushuntiring.
18. Joyda tarssalash qanday bosqichlardan iborat?
19. Trassa yo'nalishini aniqlashning qanday usullari mavjud?
20. Trassaning burilish burchagi qanday hisoblanadi?
21. Trassalashda masofa o'lchash ishlari qaysi turlardan iborat?
22. Doiraviy egrilikning asosiy elementlari nimalardan iborat?
23. Tangens qiymatini hisoblash formulasi.
24. Qayrilma uzunligi qanday hisoblanadi?
25. Bissektrissa qiymatini hisoblash formulasi.
26. Domer qanday hisoblanadi?
27. Qayrilmaning bosh nuqtalari qanday hisoblanadi?
28. Qayrilmani mukammal rejalash usullarini ayting.
29. Qayrilmani rejalashning to'g'ri burchakli koordinatalar usuli mohiyatini tushuntirib bering.
30. Vatar usulining mohiyatini tushuntiring.
31. Qayrilmani rejalashning burchaklar usuli mohiyatini tushuntiring.
32. Ketma-ket vatar usulining mohiyatini tushuntiring.

Tayanch so'zlar: *trassa, trassalash, serpantina, aerofotomaterial, joyning sonli modeli, stereoqurilma, stereoskopik usul, multipleks, aerosurat, trassa ellipsi, giroteodolit, tangens, domer, bissektrisa, vatar.*

V BOB. GEODEZIK REJALASH ISHLARI

19-§. Rejalash ishlari haqida umumiy ma'lumotlar

Binoni rejalash yoki uning loyihasini joyga ko'chirish deb, nuqtaning planli va balandlik o'rnini aniqlashdagi joyda bajariladigan geodezik ishlarga aytiladi.

O'zining mazmuniga binoan rejalash ishlari plan olish ishlariga qarama-qarshidir. Agarda plan olishda joydagi

o‘lchashlarga asosan plan va profillar tuzilsa va bu o‘lchashlar aniqligi plan masshtabiga bog‘liq bo‘lsa, rejalashda teskari, inshootlarning nuqtalari va o‘qlarning joydagi holati plan va profil bo‘yicha aniqlanadi. Shuning uchun rejalash ishlaridagi o‘lchash usullari plan olish usullaridan bir qancha farq qiladi, ularning aniqligi esa ancha yuqoridir.

Odatda, injenerlik inshootlarini rejalashda joyda faqat bitta yo‘nalish yoki bitta nuqta beriladi, ikkinchi yo‘nalish, loyihaviy burchak yoki loyihaviy masofa yasash orqali aniqlanadi.

Loyihani joyga ko‘chirishda inshootning bo‘ylama va ko‘ndalang o‘qlari uning geometrik asosi hisoblanadi.

Bosh rejalash o‘qlari geodezik asoslash punktlariga bog‘lanadi.

Chiziqli inshootlar (plotina, ko‘priklar, yo‘l, kanallar, tunnellar va hokazo) ning bosh o‘qlari sifatida bo‘ylama o‘qlari xizmat qiladi.

Bosh rejalash o‘qlaridan tashqari bino qismlarining asosiy o‘qlari mavjud va ular yuqori aniqlikda rejalanadi. Bosh va asosiy o‘qlarga bino va konstruksiyalarning barcha qismi va detallarini rejalash uchun foydalaniladigan yordamchi o‘qlar holati bog‘lanadi.

Bino loyihasini joyga ko‘chirish uchun joyda planli va balandlik geodezik asos barpo etiladi va qabul qilingan tizimda bu asos punktlarining koordinatalari va otmetkalari aniqlanadi.

Loyihadagi yuzalar va alohida nuqtalar balandliklari shartli yuzaga nisbatan (binolarda birinchi qavat poli sathidan) yuqoriga musbat belgi bilan, pastga manfiy belgi bilan beriladi.

Inshoot va binolarni rejalash uch bosqichda amalga oshiriladi.

Birinchi bosqichda asosiy rejalash ishlari bajariladi. Geodezik asos punktlariga asosan joyda bosh rejalash o‘qlarining holati aniqlanadi va belgilanadi.

Bosh o‘qlarga tayanib binoning asosiy o‘qlari rejalanadi.

Ikkinchi bosqichda mukammal rejalash ishlari amalga oshiriladi. Joyda mahkamlangan bosh va asosiy o‘qlarga asosan

binoning alohida qurilish bloklari va qismlari loyihaviy balandliklarga keltirilgan holda rejalanadi. Bino elementlarining o'zaro joylashishini aniqlovchi mukammal rejalash bosh o'qlarni rejalashga ko'ra aniqroq bajariladi. Agarda bosh o'qlar joyda 3–5 sm aniqlikda rejalansa, asosiy va mukammal o'qlar 2–3 mm aniqlikda rejalanadi.

Uchinchi bosqich texnologik o'qlarni rejalashdan iborat. Poydevor ishlari tugatilgandan keyin konstruksiyalar va texnologik qurilmalarni loyihaviy holatda o'rnatish uchun montaj o'qlari rejalanadi. Bu bosqich geodezik ishlarni yuqori aniqlikda (1–0,1mm) bajarishni talab etadi.

Shunday qilib, binolarni rejalashda geodezik ishlar aniqligi birinchi bosqichdan uchunchi bosqichga ortib boradi.

20-§. Rejalash ishlari aniqligi

Bino va inshootlarni rejalash aniqligi ularning turi va vazifalari hamda qanday qurilish buyumlaridan barpo etilishiga bog'liq ravishda qurilish me'yori va qoidalari (QMQ), qurilish standarti va bino loyihasining texnik sharoitiga asosan belgilanadi.

Loyihada berilgan yo'l qo'yarli xatolik bo'lsa, inshoot o'qidan yo'l qo'yarli chetlanish xatoligi cheki

$$\pm\delta = \frac{\Delta}{2}, \qquad (V.1)$$

yoki $R = 0{,}9973$ uchun o'rta kvadratik chetlanish quyidagicha hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{\delta}{3} = \frac{\Delta}{6}. \qquad (V.2)$$

Umumiy holda, injenerlik inshootlarini barpo etish aniqligi geodezik o'lchashlar aniqligi loyihani texnologik hisoblashlar aniqligi hamda qurilish-montaj ishlari aniqligiga bog'liq.

Bu faktorlarning bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda ta'sir etilishini hisobga olib, bino nuqtasining nazariy holatdan chetlanish o'rta kvadratik qiymatini quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\sigma^2 = \sigma_r^2 + \sigma_T^2 + \sigma_m^2, \qquad (V.3)$$

bu yerda σ_r – geodezik o'lchashlar xatoliklari yig'indisi;

σ_t – loyihani texnologik hisoblashlar xatoliklari yig'indisi;

σ_m – qurilish montaj ishlari xatoliklari yig'indisi;

Chetlanishning yo'l qo'yarli qiymati, odatda, loyihada beriladi va alohida xatoliklar manbalari orasidagi shunday nisbatni topish kerak bo'ladiki, bularning yig'indisi bu qiymatdan ortib ketmasin.

Geodezik o'lchashlar aniqligini hisoblashda ko'pchilik holatda alohida xatoliklar manbalarining teng ta'sir qilish tamoyili qo'llaniladi, ya'ni

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \ldots + \sigma_n^2, \qquad (V.4)$$

bunda

$$\sigma_1 \approx \sigma_2 \approx \ldots \sigma_n$$

deb faraz qilinadi va har bir xatolik quyidagi qiymatdan oshmasligi talab etiladi:

$$\sigma_i = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \qquad (V.5)$$

bu yerda n – xatolik manbalarining soni.

Topilgan qiymatga asosan o'lchash aniqligi hisoblanadi, asboblar tanlanadi, ish uslubi ishlab chiqiladi.

Ba'zan alohida xatolar manbalarining juda kichik ta'sir qilish tamoyili qo'llaniladi, ya'ni alohida jarayonlar hisobdagidan ko'ra ancha aniqroq bajariladi.

Ushbu

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2$$

ifoda uchun, agarda $\sigma = \sigma_1$ bo'lsa, quyidagini qabul qilish mumkin:

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_1}{K},$$

bu yerda K – o'lchash aniqligini ta'minlash koeffitsiyenti;

$1/K$ – o'lchash xatoligining juda kichik ta'sir qilish koeffitsiyenti.

Agarda 1/K 0,5 bo'lsa, ya'ni xatolik qiymati xatolar yig'indisining yarmidan kichigini tashkil etsa, xatolar manbayi umumiy o'lchashlar xatoligiga kam ta'sir ko'rsatadi.

Odatda, geodezik o'lchashlarni yuqori aniqlikda bajarish mumkinligini hisobga olib, rejalash ishlari xatoligi ta'sirini juda kichik deb qabul qilinadi, ya'ni

$$\delta_r = \frac{\delta}{2}, \qquad (V.6)$$

bu yerda δ_r – geodezik rejalash ishlarining chekli xatoligi.

Konstruksiyani to'liq yig'ilishini ta'minlash uchun cheklidan o'rta kvadratik xatolikka o'tish koeffitsiyentini uchga teng deb qabul qilinadi (R = 0,9973 ehtimollikda)

$$\sigma_r = \frac{\delta_r}{3}$$

yoki

$$\sigma_r = \frac{\delta}{6} \qquad (V.7)$$

Yig'ma inshootlar va konstruksiyalarni mukammal rejalash aniqligini hisoblashda ba'zan zanjirlar o'lchami nazariyasi qo'llaniladi. Zanjirlar o'lchamini barpo etuvchi o'lchamlarning har qaysisi qator tashkil etadi. Zanjirlar o'lchami qatorlari binolar tekisliklari va o'qlari orasidagi masofalarni aniqlab beradi.

Zanjirlar o'lchamining barcha qatorlari tashkil etuvchi va tutashtiruvchilarga bo'linadi.

Umumiy holda zanjirlar o'lchamining tenglamasi quyidagi qo'rinishda yoziladi:

$$l_0 = f(l_1,\ l_2,\ ...,\ l_n), \qquad \text{(V.8)}$$

bu yerda l_0 – tutashtiruvchi zveno o'lchami;

l_i – tashkil etuvchi zveno o'lchami.

Agarda, zanjirli o'lchamlar elementlari Δl_i xatolikka teng deb faraz qilsak, u holda:

$$l_0+\Delta l_0=f(l_1,\ l_2\ ...,\ l_n)+\frac{\partial f}{\partial l_1}\Delta l_1+\frac{\partial f}{\partial l_2}\Delta l_2+...+\frac{\partial f}{\partial l_n}\Delta l_n. \qquad \text{(V.9)}$$

Xatoliklar nazariyasiga binoan tutashtiruvchi qator uchun

$$\Delta l_0=\frac{\partial f}{\partial l_1}\Delta l_1+\frac{\partial f}{\partial l_2}\Delta l_2+...+\frac{\partial f}{\partial l_n}\Delta l_n. \qquad \text{(V.10)}$$

Yuqoridagi tenglama ikkita masalani yechishga imkon beradi: birinchisi – zanjirning tashkil etuvchi qatorlari cheki orqali tutashtiruvchi qatorlari chekini topishga; ikkinchisi – tutashtiruvchi zvenolar cheki yordamida tashkil etuvchi zvenolar chekini topishga.

Tutashtiruvchi qator o'rta kvadratik xatoligi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$m_{l0}^2 = \left[\left(\frac{\partial f}{\partial l_1}\right)^2 m_{l_1}^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial l_2}\right)^2 m_{l_2}^2 + ... + \left(\frac{\partial f}{\partial l_n}\right)^2\right] m_{l_i}^2. \qquad \text{(V.11)}$$

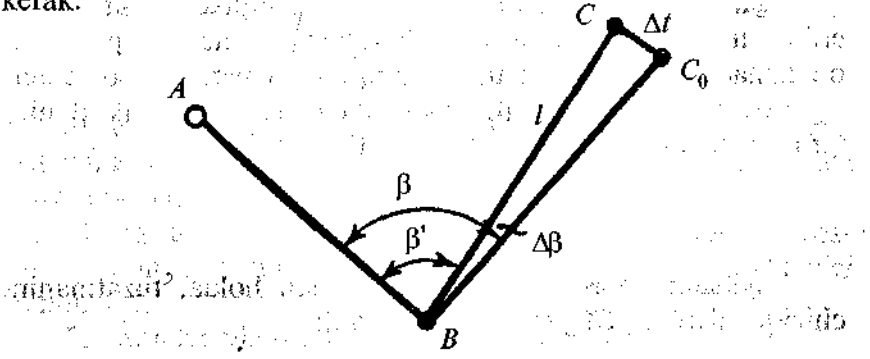
Bu yerda m_{li} – tashkil etuvchi qatorlar o'rta kvadratik xotoligi.

21-§. Rejalash ishlari elementlari

Loyihada berilgan burchak, chiziq va balandliklarni joyda geodezik yasash *rejalash ishlari elementlari* deyiladi.

Rejalash ishlarining asosiy elementlari bo'lib, joyda loyihaviy burchak yasash, loyihaviy masofani qo'yish, loyihaviy otmetkani joyga ko'chirish, loyihaviy chiziq va tekislikni joyga ko'chirishlar hisoblanadi.

Loyihaviy burchak yasash. Joyda loyihaviy β_l burchakni yasash uchun dastlabki berilgan AB tomon bilan (25-rasm) shu β_l burchak qiymatini hosil qiluvchi yo'nalishni topish kerak.



25-rasm.

A nuqtaga teodolit o'rnatilib, B nuqtaga vizirlanadi va gorizontal doiradan b sanoq olinadi, so'ngra $C = b + \beta_l$ sanoq hisoblanadi (agarda β_l burchak soat mili yo'nalishiga teskari yasalsa, u holda $C = b - \beta_l$). Alidadani bo'shatib, gorizontal doira sanog'ini S ga keltiramiz va qarash trubasining iplar to'ri markazi bo'yicha C_1 nuqtani belgilaymiz. Xuddi shu tarzda β_l burchakni vertikal doiraning boshqa holatida yasaymiz va C_2 nuqtani belgilaymiz. CC_1 kesma teng ikkiga bo'linadi va C nuqta belgilanadi. Burchak BAC loyihaviy deb qabul qilinadi.

Burchak yasash aniqligiga quyidagi xatoliklar ta'sir etadi: vizirlash xatosi (m_v); gorizontal doiradan sanoq olish xatosi

(m_s); teodolitni markazlashtirish xatosi (m_m); reduksiya xatosi (m_r); C nuqtani belgilash xatosi (m_δ).

Shunday qilib, burchak yasash umumiy xatoligi quyidagi ifoda orqali hisoblanishi mumkin:

$$m_\beta = \sqrt{2m_v^2 + 2m_s^2 + m_m^2 + m_r^2 + m_b^2}. \qquad (V.12)$$

β_l burchakni $m_\beta = 30''$ o'rta kvadratik xatolik bilan yasash uchun T 30 teodolitini qo'llash mumkin, C nuqta esa qalam bilan betonga belgilanadi.

Agarda loyihaviy burchakni yuqori aniqlikda yasash talab etilsa, u holda topilgan BAC burchak bir nechta priyomda o'lchanadi (25-rasm) va uning aniqroq qiymati β hisoblanadi.

Loyihaviy burchak β_l bilan o'lchangan burchak β ning farqi hisoblanib, $\Delta\beta$ tuzatma topiladi:

$$\Delta\beta = \beta_l - \beta.$$

Loyihadan masofa $AC = l$ ni bilgan holda, tuzatmaning chiziqli qiymati $CC_0 = \Delta l$ hisoblanadi:

$$\Delta l = l \frac{\Delta\beta}{\rho''},$$

bu yerda $\rho'' = 205206''$.

Joyda C nuqtadan AC tomonga perpendikular holatda Δl kesma o'lchanadi va C_0 nuqta belgilanadi. Hosil bo'lgan burchak BAC_0 loyihaviy burchak β_l ga teng.

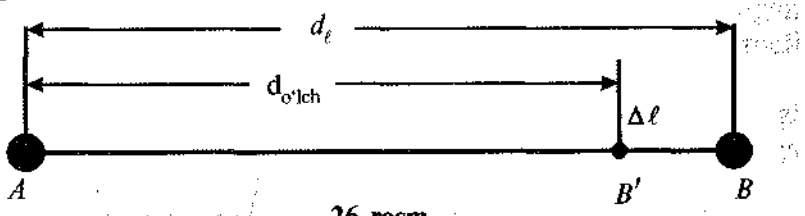
Tekshirish uchun burchak BAC_0 o'lchanadi.

Yuqoridagi ifodaga asosan, loyihaviy burchakning chiziqli reduksiyasini aniqlash xatoligi

$$m_{\Delta l} = l \frac{m\Delta p}{\rho''}.$$

Agarda $l = 300$ m, $m_{\Delta\beta} = 1{,}5''$ bo'lsa, $m_{\Delta l} = 2{,}2$ mm bo'ladi.

Loyihaviy kesma yasash. Joyda loyihaviy kesma yasash uchun boshlang'ich A nuqtadan (26-rasm) berilgan yo'nalish bo'yicha po'lat o'lchagich asbob bilan berilgan loyihaviy d_l uzunlikka teng bo'lgan masofa qo'yiladi va vaqtincha joyda belgilanadi.



26-rasm.

Nivelir yordamida A va B' nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik h aniqlanadi hamda o'lchagich asbobi yordamida havoning harorati o'lchanadi.

Chiziq uzunligiga quyidagi tuzatmalar kiritiladi: taqqoslash uchun δ_{dk}; harorat ta'siri uchun δ_{dt}; chiziq nishabligi uchun δ_{dh}.

Tuzatmalar yig'indisi quyidagicha hisoblanadi:

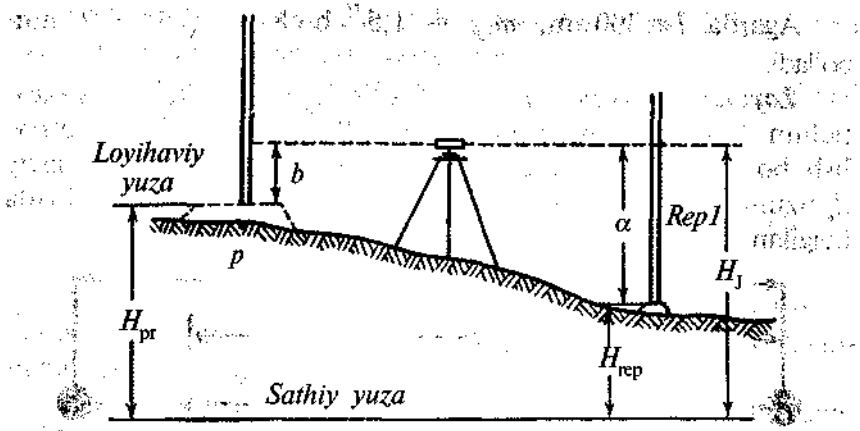
$$\delta_d = \delta_{dk} + \delta_{dt} + \delta_{dh}$$

va uni teskari ishora bilan AB' chiziqqa kiritiladi.

Agarda tuzatma manfiy bo'lsa, AB' chiziq δ_d kesmaga uzaytiriladi.

Yuqori aniqlikda chiziq yasash invar o'lchash asboblari yoki elektron taxeometrlar yordamida bajariladi. Masalan, po'lat ruletka yordamida loyihaviy kesma yasash 1/3000–1/4000 nisbiy xatolikda bajarilishi mumkin.

Loyihaviy otmetkasi berilgan nuqtani joyga ko'chirish. Loyihaviy otmetkalar joyga geometrik nivelirlash usulida ko'chiriladi. Buning uchun nivelirni yaqinda joylashgan reper va otmetka uzatilishi kerak bo'lgan B nuqta oralig'iga o'rnatib, reperga o'rnatilgan reykadan sanoq olinadi (27-rasm).



27-rasm.

Asbob gorizonti $AG = H_{Rp} + a$ hisoblanadi va loyihaviy sanoq b aniqlanadi. B nuqtaga reyka o'rnatiladi va nivelirning gorizontal iplar to'ri b sanoq bilan kesishguncha reyka vertikal yo'nalishda harakatlantiriladi. Reykaning ostki qismi loyihaviy otmetka o'rnini ko'rsatadi va joyda loyihaviy nuqta qoziq qoqish yo'li bilan belgilanadi.

Tekshirish uchun joyga ko'chirilgan nuqta nivelirlanadi va uning xaqiqiy otmetkasi loyihaviy bilan solishtirib ko'riladi.

Loyihaviy otmetkani joyga ko'chirishdagi asosiy xatoliklar quyidagilardan iborat: dastlabki ma'lumotlar xatoligi m_{rep}; reperdagi reykadan sanoq olish xatoligi m_d; reykani loyihaviy b sanoqqa keltirish xatoligi m_b; loyihaviy nuqtani joyda belgilash xatoligi m_δ. Nuqtani qoziq bilan mahkamlashda $m_b = 3 - 5$ mm ga teng.

Demak, loyihaviy otmetkani joyga ko'chirish umumiy xatoliklari yig'indisi:

$$m^2_l = m^2_{rep} + m^2_s + m^2_b + m^2_\delta \qquad (V.13)$$

yoki

$$m^2_l = m^2_{rep} + 2m^2_s + m^2_\delta \qquad (V.14)$$

ga teng bo'ladi.

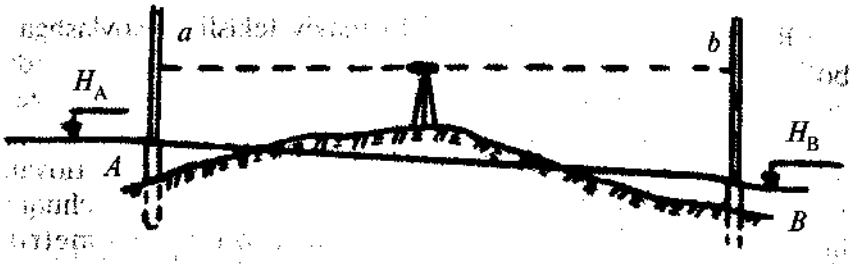
Joyda berilgan qiyalikda chiziq yasash. Berilgan qiyalikda chiziq yasashning mohiyati joyda chiziqning loyihaviy nishablikdagi holatini aniqlovchi bir qancha nuqtalarni belgilashdan iborat.

Bu masalani yechish bir nechta usullardan iborat bo'lib, ularning har qaysisida nuqtalar orasidagi masofa d ma'lum bo'lishi kerak.

H_A otmetkali A nuqta (28-rasm) joyda mahkamlangan bo'lsa, B nuqta otmetkasi quyidagi $N_b = H_A + id$ ifoda orqali hisoblanadi va u joyga ko'chiriladi.

H_A otmetkali A nuqta joyda mahkamlanmagan. Yuqoridagi misol kabi H_B otmetka hisoblanib, A va B nuqtalar joyga ko'chiriladi.

A nuqta mahkamlangan, ammo N_A otmetka noma'lum.



28-rasm.

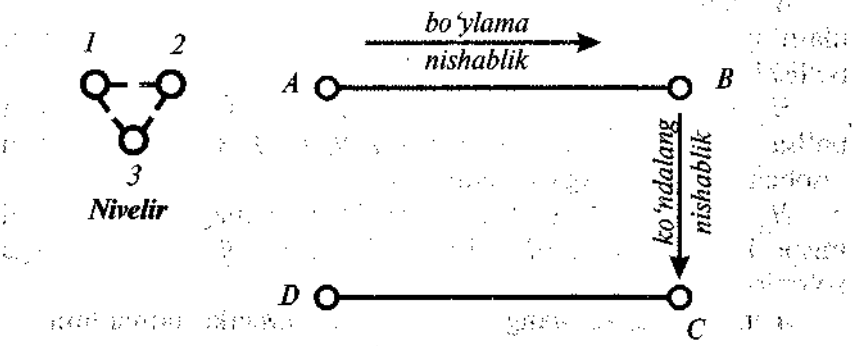
Nivelir yordamida A nuqtaga o'rnatilgan reykadan a sanoq olinadi. Quyidagi ifoda orqali b sanoq hisoblanadi,

$$b = a + id \qquad \text{(V.15)}$$

va shunga asosan B nuqta joyga ko'chiriladi.

Berilgan nishablikdagi loyihaviy tekislikni joyga ko'chirish. Loyihaviy tekislikni joyga ko'chirish quyidagicha amalga oshirilishi mumkin: A, B, C, D nuqtalarni (29-rasm) loyihaviy otmetkasi bo'yicha o'rnatib, nivelirning uchala ko'tarish vintlarini burash natijasida to'rtala nuqtalarga

o‘rnatilgan reykalardagi sanoq bir xil qiymatga keltiriladi, ya’ni vizirlash chizig‘i berilgan loyihaviy tekislikka parallel o‘rnatiladi. So‘ngra berilgan tekislikning kerakli nuqtalariga o‘rnatilgan reykalar holati shu sanoqqa keltiriladi.

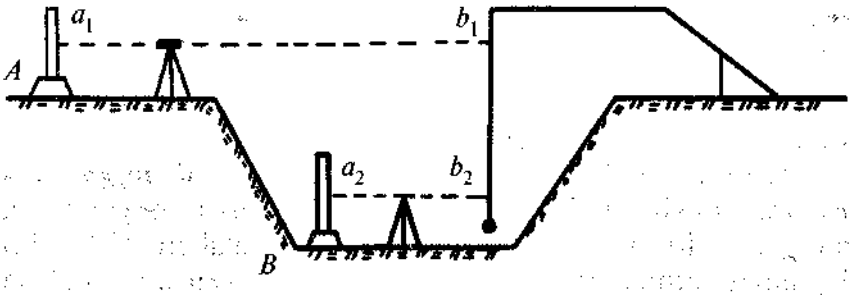


29-rasm.

Reykaning eng pastki qismi loyihaviy tekislikda joylashgan bo‘lib, joyda qoziq bilan mahkamlanadi. Keyingi vaqtlarda berilgan nishablikdagi tekislikni joyga ko‘chirishda lazer asboblaridan keng foydalanilmoqda.

Otmetkani kotlovan tubiga uzatish. Otmetkani kotlovan tubiga uzatishning ikkita usuli mavjud. Agarda kotlovan chuqur bo‘lmasa, bu holda uning otmetkasi oddiy geometrik nivelirlash yo‘li o‘tkazish bilan uzatiladi.

Agarda kotlovan chuqur bo‘lsa, unga loyihaviy otmetka uzatish vertikal osilgan ruletka yordamida bajariladi (30-rasm).



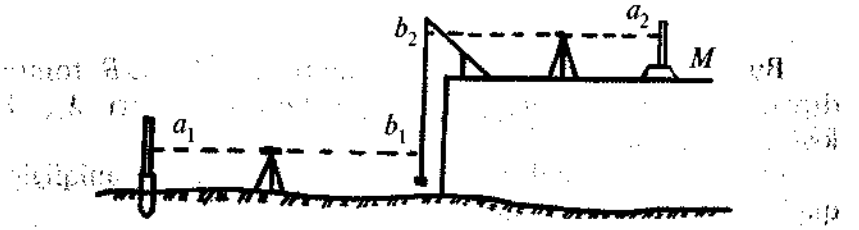
30-rasm.

Buning uchun kotlovanga kronshteyn yordamida og'irligi 10 kg bo'lgan yuk osilgan ruletka tushiriladi. Kronshteyn va reper oralig'iga nivelir o'rnatiladi. Ikkinchi nivelir esa kotlovanga, ruletka bilan otmetka uzatilishi kerak bo'lgan B nuqta orasiga o'rnatiladi. Reper hamda B nuqtaga reyka o'rnatiladi va ulardan a_1 va a_2 sanoqlar olinadi. So'ngra ikkala nivelir yordamida bir vaqtda ruletkadan b_1 va b_2 sanoqlar olinadi.

B nuqtaning otmetkasi quyidagicha hisoblanadi:

$$H_b = H_{Rp} + a_1 - (b_1 - b_2) - a. \qquad (V.16)$$

Otmetkani montaj gorizontiga uzatish. Bu jarayon ham yuqorida bayon etilgani kabi ruletka va ikkita nivelir yordamida amalga oshiriladi (31-rasm).



31-rasm.

Montaj gorizontida joylashgan M nuqtaning otmetkasi N_M quyidagicha hisoblanadi:

$$N_M = H_{Rp} + a_1 + 9(b_2 - b_1) - a_2, \qquad (V.17)$$

bu yerda H_{Rp} – reper otmetkasi;

a_1, a_2 – reykadan olingan sanoqlar;

b_1, b_2 ruletkadan olingan sanoqlar.

22-§. Asosiy o'qlarni rejalash usullari

Bino va inshootlarning asosiy o'qlarini rejalash bino turiga, o'lchash sharoiti va talab qilingan aniqlikka bog'liq bo'lgan holda turli xil usullarda amalga oshirilishi mumkin.

Qutbiy va to'g'ri burchakli koordinatalar, to'g'ri burchakli kesishtirish, yopiq uchburchak usullari shular jumlasidandir.

Qutbiy koordinatalar usuli asosan loyihani joyga ko'chirishda poligonometriya punkti mavjud bo'lgan holatda qo'llaniladi. Loyihaviy C nuqtaning (32-rasm) joydagi holati loyihaviy β burchak va loyihaviy S masofani yasash bilan aniqlanadi. Loyihaviy qiymatlar β va S teskari geodezik masala yechish orqali aniqlanadi:

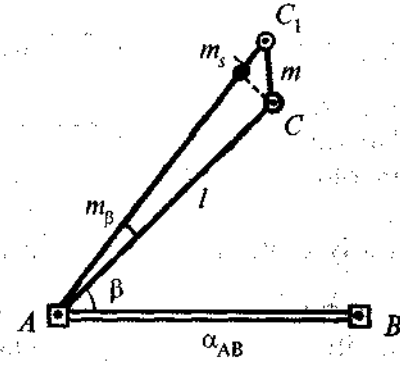
$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}; \quad S_{AC} = \frac{Y_C - Y_A}{\sin \alpha_{AC}} = \frac{X_C - X_A}{\cos \alpha_{AC}};$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{AC} = \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A}.$$

Bu yerda A punkt koordinatalari X_A, Y_A, AB tomon direksion burchagi α_{AB}, C nuqta koordinatalari X_c, Y_c loyihada berilgan.

Qubiy koordinatalar usulida nuqtani rejalash aniqligiga quyidagi asosiy xatoliklar manbayi ta'sir qiladi:

1) loyihaviy burchak yasashdagi yo'l qo'yilgan xatolik — m_β;
2) markazlashtirish va reduksiya xatoligi — m_M, m_R;
3) loyihaviy masofani yasash xatoligi — m_S;
4) boshlang'ich ma'lumotlar xatoligi — m_b.



32-rasm.

Bizga ma'lumki, joyda loyihaviy burchak yasash aniqligiga vizirlash va sanoq olish, asbob xatoligi hamda tashqi muhit (yonlama refraksiya) xatoliklari ta'sir ko'rsatadi. Loyihaviy burchak yasash xatoligi m ning chiziqli qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$m_{\Delta S} = \frac{m_\beta S}{\rho}.$$

Markazlashtirish va reduksiya xatoligi loyihaviy burchak yasash aniqligiga to'g'ridan to'g'ri ta'sir qilmaydi, lekin ular rejalashtirilayotgan nuqtaning siljishiga olib keladi.

Markazlashtirish xatoligining rejalashtirilayotgan nuqtaning holatiga ta'sirini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m^2{}_m = \frac{m_e^2}{2\pi}\left[2\pi + \left(\frac{l}{b}\right)^2 \pi - 2\frac{l}{b}\cos\beta\pi\right] \qquad (V.18)$$

yoki

$$m^2{}_m = m^2{}_e \left[1 + \frac{1}{2}\left(\frac{l}{b}\right)^2 - \frac{l}{b}\cos\beta\right], \qquad (V.19)$$

bu yerda l – markazlashtirishning chiziqli elementi

(V.19) ifodadan ko'rinib turibdiki, markazlashtirish xatosining ta'siri, asosan, β burchakka bog'liq, ya'ni $\beta = 0$ bo'lganda bu xatolik eng kam ta'sir ko'rsatadi.

Agarda $\beta = 90°$ va $l = b$ bo'lsa,

$$m_m = \frac{m_e\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \qquad (V.20)$$

bo'ladi.

Reduksiya xatosining ta'sirini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m^2_{\rho} = \frac{m^2_l}{2}\left(\frac{l}{b}\right)^2. \qquad (V.21)$$

Markazlashtirish va reduksiya xatoligining birgalikdagi ta'siri, agarda $m^2_{e_l}$ bo'lsa,

$$m^2_{tr} = m^2\left[1+\left(\frac{l}{b}\right)^2 - \frac{l}{b}\cos\beta\right]. \qquad (V.22)$$

Agarda $\beta = 90^2$ va $l = b$ bo'lsa,

$$m_{tr} = m_e\sqrt{2}$$

bo'ladi.

Loyihaviy masofani yasash xatoligi nisbiy xatolik orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$m_s = \left(\frac{m_s}{S}\right)S. \qquad (V.23)$$

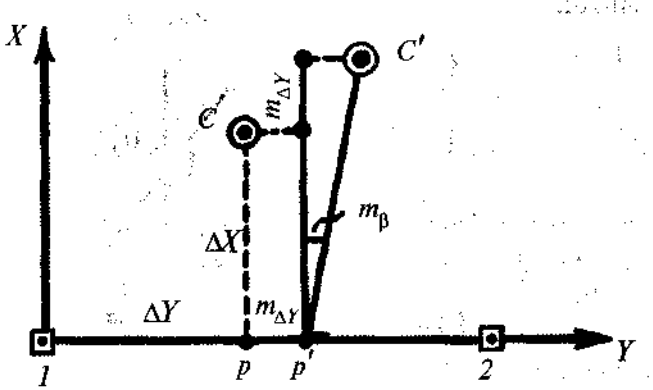
Boshlang'ich ma'lumotlar xatoligi sifatida rejalash asosi punktlarining holati xatoligi qabul qilinadi.

Shunday qilib, nuqta holatini qutbiy usulda aniqlashning xatolar yig'indisini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m^2 = m^2_l + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 l^2 + m^2_{tr} + m^2_{bel} + m^2_{\delta}. \qquad (V.24)$$

To'g'ri burchakli koordinatalar usuli. Bu usul asosan qurilish maydonida qurilish to'ri mavjud bo'lgan hollarda qo'llaniladi. To'rning yaqin punktidan koordinata orttirmalari ΔX va ΔY hisoblanadi va belgi markazidan to'r bo'ylab abssissa yoki ordinata o'lchab qo'yiladi (33-rasm). Topilgan M nuqtaga

teodolit o'rnatiladi va to'r tomoniga nisbatan to'g'ri burchak yasaladi. Perpendikulyar bo'ylab ikkinchi orttirma o'lchab qo'yiladi va topilgan C nuqta mahkamlanadi.



33-rasm.

O'lchash xatolarining ta'siri natijasida M va C nuqtalar o'rniga joyda M' va C' nuqtalar belgilanadi. Nuqtani to'g'ri burchakli koordinatalar usulida rejalash aniqligiga asosan koordinata orttirmalarini o'lchab qo'yishdagi yo'l qo'yiladigan xatolik ($m_{\Delta X}$ va $m_{\Delta Y}$) va to'g'ri burchak yasash xatoligi (m_β) ta'sir ko'rsatadi. Ya'ni:

$$m^2 = m^2_{\Delta Y} + m^2_{\Delta X} + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 \Delta X^2 \qquad \text{(V.25)}$$

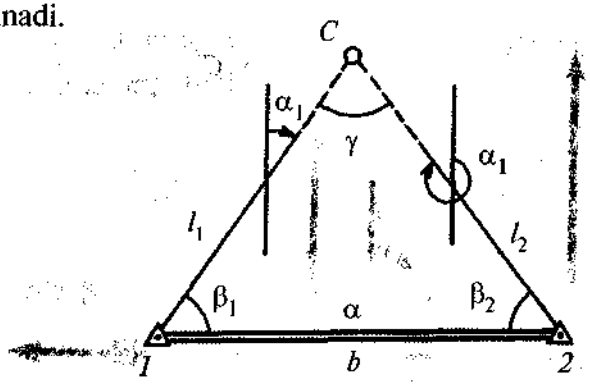
yoki

$$m^2 = m^2_{\Delta X} + m^2_{\Delta Y} + \left(\frac{m\beta}{\rho}\right)^2 \Delta^2 Y . \qquad \text{(V.26)}$$

(V.26) ifodadan shunday xulosaga kelishimiz mumkinki, bu usulda nuqtani rejalashda orttirma qiymatiga katta masofani to'r bo'ylab, kichik masofani esa perpendikulyar bo'ylab o'lchab qo'yish kerak.

Burchak kesishtirish usuli. Bu usul asosan ko'prik qurilishi hamda gidrotexnik inshootlarni rejalashda qo'llaniladi.

Burchak kesishtirish usulida loyihaviy C nuqtaning joydagi holati (34-rasm) *1* va *2* nuqtalardan β_1 va β_2 burchaklar o'lchanishidan hosil bo'lgan yo'nalishlar kesishishi orqali aniqlanadi.



34-rasm.

Rejalash burchaklari β_1 va β_2 tomon direksion burchaklari farqi sifatida hisoblanadi. Direksion burchaklar esa nuqtalar loyihaviy koordinatalari yordamida teskari geodezik masala yechish natijasida hisoblanadi.

Bizga ma'lumki, burchak kesishtirish o'rta kvadratik xatoligi:

$$m^2 = \frac{m_\beta^2\left(l_1^2 + l_2^2\right)}{\rho^2 \sin^2 \gamma} \qquad \text{(V.27)}$$

yoki

$$l_1 = b\frac{\sin\beta_2}{\sin\gamma};\quad l_2 = b\frac{\sin\beta_1}{\sin\gamma}$$

ekanligini hisobga olsak,

$$m^2 = \frac{m_\beta^2 b^2}{\rho^2} \cdot \frac{\sin^2\beta_1 + \sin^2\beta_2}{\sin^4\gamma}, \qquad \text{(V.28)}$$

bu yerda m_β – β_1 va β_2 burchak yasash xatoligi.

Koordinata o'qlari bo'yicha bu xatolik quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$\left.\begin{aligned} m_x^2 &= \frac{m^2\beta}{\rho^2 \sin^2\gamma}\left(l_1^2 \cos^2\alpha_2 + l_2^2 \cos^2\alpha_1\right), \\ m^2{}_y &= \frac{m^2\beta}{\rho^2 \sin^2\gamma}\left(l_1^2 \sin^2\alpha_2 + l_2^2 \sin^2\alpha_1\right) \end{aligned}\right\} \qquad \text{(V.29)}$$

(V.29) ifodadan ko'rinib turibdiki, kesishtirishning eng maqbul varianti $\gamma = 90°$ bo'lganda $\sin\gamma = 1$ bo'ladi. Agarda $\gamma = 30°$ va $\gamma = 150°$ bo'lsa, xatolik qiymati baravariga ortadi.

Yopiq uchburchak usuli. Nuqtani to'g'ri kesishtirish orqali rejalashda yopiq uchburchak usuli qo'llaniladi. Bu usulning mohiyati quyidagicha (34-rasmga qarang). *1* va *2* nuqtalarga navbat bilan teodolit o'rnatiladi va β_1, β_2 burchaklar o'lchanadi. Keyin teodolit *C* nuqtaga o'rnatilib burchak o'lchanadi.

Aniqlangan burchak bog'lanmaslik qiymati tuzatma sifatida ΔABCning burchagiga tarqatiladi va *C* nuqtaning koordinatasi hisoblanadi. Hisoblangan koordinata qiymati loyihaviy qiymat bilan taqqoslanadi va tuzatma topiladi. Tuzatmaga asosan rejalanayotgan nuqta tegishli yo'nalishga siljitiladi. *C* nuqtaning holatini baholash uchun quyidagi ifoda tavsiya etiladi:

$$m^2{}_c = \frac{l_1^2 + l_2 + b^2}{3\sin^2\gamma}\left(\frac{m_\beta}{b}\right)^2 + \left(\frac{m_b}{b}\right)^2 l_1^2, \qquad \text{(V.30)}$$

bu yerda m_b va m_α – bazis *b* va uning azimutini aniqlash xatoligi;

m_β – burchak o'lchash xatoligi.

Agarda $l = 600$ m, $\gamma = 90°$, $m_\beta = 2$ deb olinsa $m = 10{,}5$ mm ni tashkil etadi.

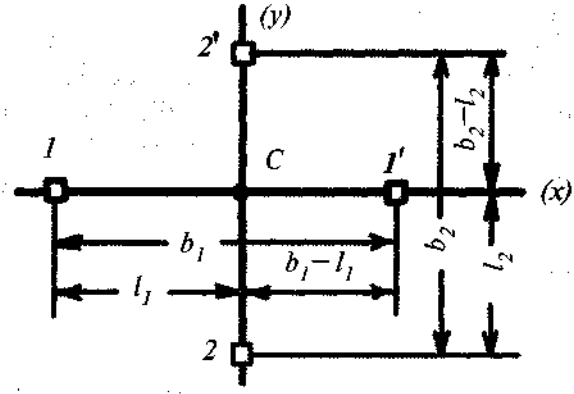
23-§. Mukammal rejalash usullari

Inshootlarni mukammal rejalash bosh va asosiy o'qlarning joyda mahkamlangan nuqtalariga nisbatan amalga oshiriladi. Rejalashning quyidagi usullari mavjud: stvor va chiziq kesishtirish usullari, qo'shma usul (stvor chiziq). Bundan tashqari, to'g'ri burchakli va qutbiy koordinatalar usullari ham qo'llanilishi mumkin.

Stvor kesishtirish. Bu usul bilan joyda nuqtaning holati binoning qarama-qarshi tomonlarida joylashgan ikkita stvorni kesishtirish orqali aniqlanadi. Odatda, stvorlar teodolit yordamida beriladi (35-rasm).

Stvor kesishtirish usuli asosan sanoat va fuqaro inshootlarini rejalashda, qachonki stvorlar qurilish o'qlariga parallel bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Stvor kesishtirish usulining aniqligi m – birinchi m_{s1} va ikkinchi m_{s2} stvorlarni yasash aniqliklari, boshlang'ich ma'lumotlar xatoligi ta'siri m_δ hamda joyda topilgan nuqtani belgilash m_f aniqligiga bog'liq bo'ladi.



35-rasm.

Buni quyidagi ifoda orqali yozish mumkin:

$$m^2 = m_{s1,2}^2 + m_\delta^2 + m_f^2. \qquad \text{(V.31)}$$

Stvorlarni barpo etishdagi asosiy xatoliklarga teodolitni markazlashtirish xatoligi (m_m), vizir markalarini reduksiyalash (m_r), vizirlash xatoligi (m_v), qarash trubasining fokus masofasini o'zgarishidagi yo'l qo'yiladigan xatolik m_f, tashqi muhit ta'siri (m_t) xatoliklari kiradi.

Bu xatoliklarning o'zaro bog'liq bo'lmagan holda ta'sir etishini hisobga olib:

$$m_s^2 = m_m^2\ m_r^2\ m_v^2\ m_f^2\ m_t^2 \qquad \text{(V.32)}$$

ifodani yozishimiz mumkin.

Stvor yasashda asbobni markazlashtirish o'rta kvadratik xatoligi quyidagicha ifodalanadi:

$$m_m = \frac{m_e}{\sqrt{2}}\left(1 - \frac{l}{b}\right). \qquad \text{(V.33)}$$

Stvorning reduksiya uchun o'rta kvadratik xatoligi esa

$$m_r = \frac{m_{e_1}}{\sqrt{2}} \cdot \frac{l}{b}, \qquad \text{(V.34)}$$

bu yerda m_e va m_{e_1} – markazlashtirish va reduksiya xatoliklarining chiziqli qiymatlari.

Agarda $m_e \approx m_{e_1}$ deb qabul qilsak, (V.34) ifodadan ko'rinib turibdiki, markazlashtirish va reduksiyalash xatoliklari ta'siri ko'proq stvorning chekka nuqtalarida yuzaga keladi.

Injener-geodezik ishlarda vizirlash o'rta kvadratik xatoligi quyidagiga teng deb qabul qilinadi:

$$m_b'' = \frac{20''}{v}, \qquad \text{(V.35)}$$

bu yerda v – qarash trubasining kattalashtirish darajasi.

Bu ifodani stvor yasash jarayoni uchun quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin:

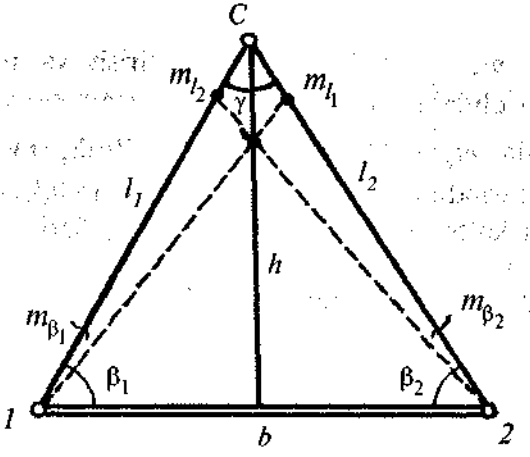
$$m_{vs} = m_v\sqrt{2} = \frac{20\sqrt{2}}{v}. \qquad (V.36)$$

Hozirgi zamon teodolitlari uchun $m_f \approx m_v$ deb qabul qilish mumkin, shuning uchun vizirlash va fokuslash xatoligi umumiy holda quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$m_{vf} = \frac{m_v\sqrt{3}}{v}\cdot\frac{l}{\rho}. \qquad (V.37)$$

Yonlama refraksiya stvor yasash aniqligiga sezilarli ta'sir etadigan tashqi muhit faktorlaridan hisoblanadi. O'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, 300 m uzunlikdagi stvor chiziq o'rtasidagi nuqta holati optik teodolit yordamida aniqlanganda, 5 mm ga farq qilgan, ikki kilometrli stvorda esa bu farq 30 mm ni tashkil etgan.

Chiziq kesishtirish usuli. Bu usulda binoning tavsifli nuqtalari joyda mahkamlangan nuqtalardan o'tkazilgan chiziqlar kesishishidan aniqlanadi. *ABCD* inshootni (36-rasm) chiziq



36-rasm.

kesishtirish usulida rejalash uchun qurilish to'ri yoki poligometriya tomoniga tegishli bo'lgan $AB = b$ tomonning A nuqtasidan ruletka yordamida $AD = l_1$ masofani o'lchab qo'yamiz. B nuqtasidan esa ikkinchi ruletka yordamida $l_2 = \sqrt{l_1^2 + b^2}$ masofani o'lchaymiz.

Ruletkalarda belgilangan l_1 va l_2 kesmalarning kesishgan joyida binoga tegishli D nuqta o'rni aniqlanadi. Xuddi shu tartibda C nuqta topiladi.

Inshootning o'qlari mahkamlangan a, b, d, e nuqtalar (36-rasm) orqali rejalash uchun a va e nuqtalarga ruletkaning nol shkalasi qo'yiladi va loyihaviy masofalar l_1 va l_2 uchlari kesishgan nuqtada A belgilanadi. Xuddi shu tartibda B nuqtani ham topish mumkin. Chiziq kesishtirish usulining aniqligi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$m^2 = \frac{1}{\sin^2 \gamma}\left(m_{l_1}^2 + m_{l_2}^2\right), \qquad \text{(V.38)}$$

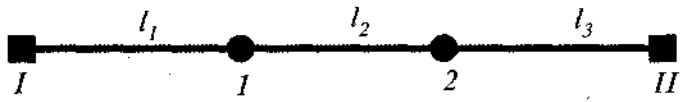
bu yerda γ – kesishish burchagi.

Agarda $m'_{l_1} = m'_{l_2} = m_l$ bo'lsa, u holda

$$m = \frac{m_l\sqrt{2}}{\sin \gamma}. \qquad \text{(V.39)}$$

Yuqoridagi ifodaning tahlili shuni ko'rsatadiki, kesishish burchagi γ to'g'ri burchakka yaqin bo'lsa, maqsadga muvofiq bo'ladi.

Stvor-chiziq qo'shma usuli. Bu usulda loyihaviy masofalar stvor bo'ylab qo'yiladi. Boshlang'ich punktlar I va II sifatida inshootning bosh o'qlari belgilari hisoblanadi (37-rasm).



37-rasm.

Odatda, stvor teodolit yordamida beriladi, agarda kichik masofa bo'lsa, montaj simi yordamida ham amalga oshirilishi mumkin.

Bu usulning asosiy xatolik manbalari bo'lib, stvor yasash (m_s) va loyihaviy masofani qo'yish (m_l) hisoblanadi. Buni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m^2 = \left(\frac{m_c l}{\rho}\right)^2 + \left(\frac{m_l}{l}\right)^2 l^2. \qquad \text{(V.40)}$$

Aniq rejalash ishlari uchun

$$\frac{m_l}{l} = 1/25000; \quad M_s'' = 1 \div 2''$$

deb qabul qilinadi.

24-§. Loyihani geodezik tayyorlash

Inshoot loyihasi. Injenerlik inshootlari qurilishi har tomonlama qidiruvlar asosida ishlab chiqilgan ishchi chizmalari loyihasi asosida amalga oshiriladi. Loyihani joyga ko'chirish uchun zarur bo'lgan asosiy hujjatlar quyidagilardan iborat:

inshootning bosh plani 1:500–1:2000 masshtabda tuzilgan bo'lib, topografik asosda barcha loyihaviy imoratlar, bosh nuqtalarning loyihaviy koordinatalari va tavsifli tekisliklarning otmetkalari ko'rsatiladi;

ishchi chizmalar – yirik masshtablarda inshootning barcha qismlari planlari, qirqimlari va profillari beriladi;

vertikal tekislash loyihasi 1:1000–1:2000 masshtabda tuzilgan bo'lib, joyning tabiiy relefini loyihaviy yuzaga o'zgartirish loyihasi hisoblanadi;

kvadrat yoki to'rtburchak uchlarining loyihaviy va ishchi otmetkalari beriladi. Yer ishlari kartogrammasida o'yilma va ko'tarma hajmlari keltiriladi;

chiziqli inshootlarning plani va bo'ylama profillari –

gorizontal masshtabda 1:2000–1:5000 va vertikal masshtabda 1:200–1:500;

qurilish maydonining geodezik asoslash sxemasi, geodezik belgilar sxemalari, koordinata va otmetkalar vedomostlari.

Loyihani joyga ko'chirish uchun quyidagi tartibda geodezik ishlar amalga oshiriladi:

a) loyihani analitik hisoblash;

b) ishchi chizmalarni tuzish;

d) geodezik ishlarni bajarish loyihasini ishlab chiqish.

Loyihani joyga ko'chirish inshootni loyihalash usuliga bog'liq bo'lib, bu usullar quyidagilardan iborat: analitik, grafik-analitik va grafik.

Analitik usulda barcha loyihaviy ma'lumotlar matematik hisoblashlar orqali topiladi.

Ko'pchilik holatda grafik-analitik usul qo'llaniladi. Bunda boshlang'ich ma'lumotlarning bir qismi grafik usulda, qolgan ma'lumotlar esa analitik usulda aniqlanadi.

Agarda inshoot loyihasi joyda mavjud binolar bilan bog'lanmagan bo'lsa, u holda barcha loyihaviy masalalar grafik usulda yechiladi.

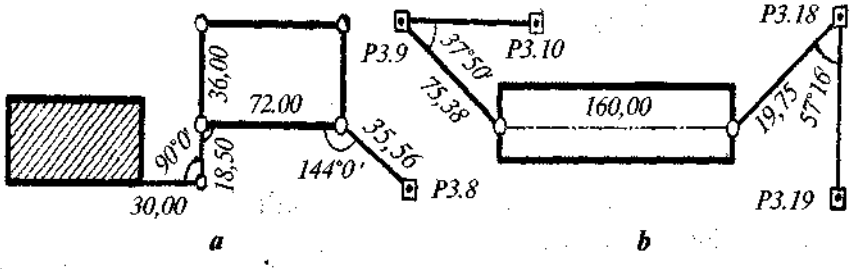
Loyihani analitik hisoblash. Loyihani joyga ko'chirish uchun barcha geometrik elementlar o'zaro va joydagi mavjud binolar bilan matematik bog'langan bo'lishi kerak.

Analitik hisoblashda loyihaviy o'lchamlar va burchaklar yordamida bino o'qlari va qizil chiziqlar kesishish nuqtalarining koordinatalari yoki boshlang'ich koordinatalar yordamida tomonlar uzunliklari va qayrilish burchaklari hisoblanadi. Trassada to'g'ri va egri chiziq elementlari, loyihaviy balandliklar va nishabliklar aniqlanadi.

To'g'ri va teskari geodezik masalalar, ikkita chiziq kesishish nuqtasini aniqlash, qayrilmalarning asosiy elementlarini hisoblashlar loyihani analitik hisoblashda yechiladigan tipik geodezik masalalar hisoblanadi.

Loyihani geodezik bog'lash. Loyihani geodezik bog'lash deb, binoning bosh o'qini joyda rejalash uchun zarur bo'lgan geodezik ma'lumotlarni hisoblab topishga aytiladi.

Bino va inshootlarni ta'mirlash va kengaytirishda bu bino o'qlaridan mavjud binolargacha bo'lgan masofalar bog'lash elementlari hisoblanadi (38-rasm). Rejalashni tekshirish uchun hech bo'lmaganda bitta asosiy nuqta maydonda mavjud bo'lgan geodezik punktga bog'lanadi.



38-rasm.

Qurilgan binolar mavjud bo'lmagan maydonlarda rejalash elementlari sifatida geodezik asos punktlaridan foydalaniladi (38- *b* rasm).

Geodezik ishlarni amalga oshirish loyihasi. Geodezik ishlarni amalga oshirish loyihasi qurilish va montaj ishlarini o'z vaqtida geodezik ma'lumotlar bilan ta'minlash uchun tuziladi.

1. Qurilish maydonida geodezik ishlarni tashkil etish. Ish bajarish texnologiyasi va kalendar reja. Geodezik asboblar bilan ta'minlash grafigi. Geodezik ishlarni bajarish sxemasi.

2. Asosiy injenerlik-geodezik ishlar. Planli va balandlik rejalash asosini barpo qilish sxemasi. Planli va balandlik asosi barqarorligini nazorat qilish.

3. Geodezik rejalash ishlari. Inshootning bosh o'qlarini rejalash. Inshootning qurilish-montaj ishlari bosqichi bo'yicha mukammal rejalash. Ijroiy plan olish.

4. Konstruksiya va qurilmalarni geodezik o'rnatish. Montaj o'qlarini geodezik rejalash va mahkamlash. Konstruksiyalarni planli, balandlik bo'yicha, tik o'rnatish. Asboblar.

5. Inshootlarning o'zgarishini (deformatsiya) kuzatish. Aniqlikni asoslash. Kuzatish usullari. Geodezik asos. Kuzatish belgilarini joylashtirish sxemasi. Kuzatish davri. Hisobot hujjatlari.

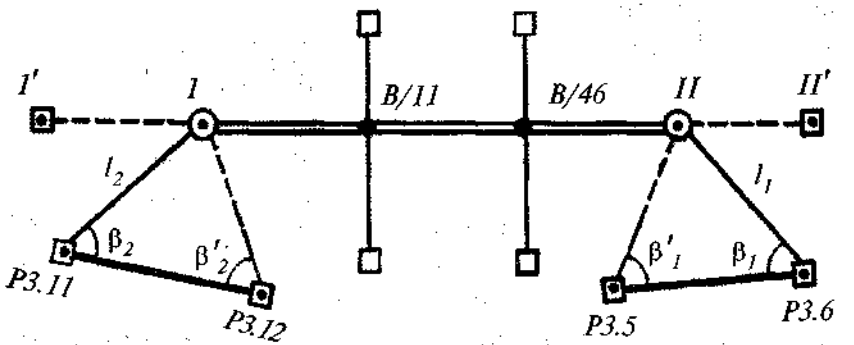
25-§. Asosiy rejalash ishlari

Bosh o'qlarni rejalash. Rejalash ishlari loyihasiga binoan, bosh o'qlar rejalash ishlari uchun maxsus tuzilgan geodezik asos punktlariga nisbatan rejalanadi.

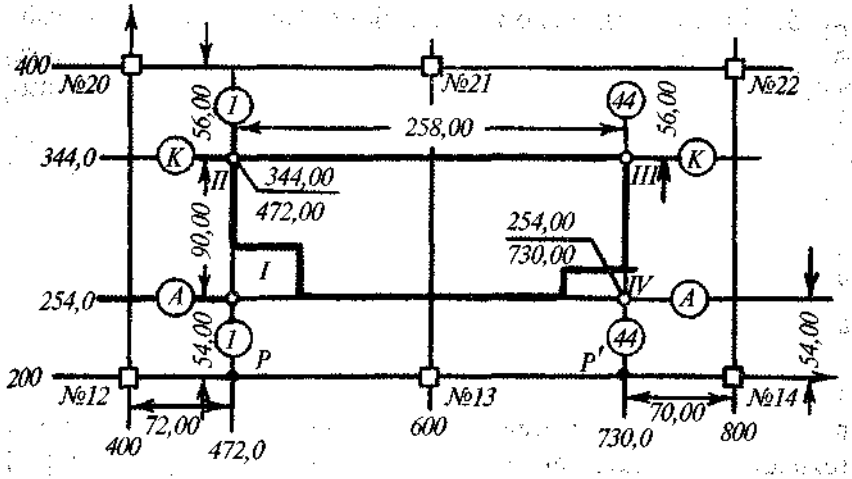
Bosh o'qlarni rejalash uchun umumiy rejalash chizmasiga asosan, yirik masshtabda inshootga yaqin bo'lgan geodezik punktlarning hamda binoning loyihaviy o'lchamlari sxemasi tuziladi. 39-rasmda keltirilgan misolda inshoot bo'ylama o'qlari poligonometriya punktlariga nisbatan qutbiy usulda rejalanadi. Joyda topilgan boshlang'ich *1* va *2* nuqtalar mahkamlanadi va ulardan 20–30 m masofada stvor bo'ylab qo'shimcha *1* va *2* nuqtalar belgilanadi.

Boshlang'ich I va II nuqtalar orasidagi masofa loyihada ko'rsatilgan aniqlikda o'lchanadi, shuningdek, bo'ylama o'qlar o'rnini belgilovchi *B*11 va *B*46 nuqtalar joyda mahkamlanadi.

Agarda maydonda qurilish to'ri mavjud bo'lsa (40-rasm), bino o'qlari bosh nuqtalari I va IV to'rning yaqin punktiga nisbatan hisoblangan abssissa va ordinata to'r tomoni bo'ylab, kichigi esa perpendikulyar bo'ylab o'lchanadi.



39-rasm.

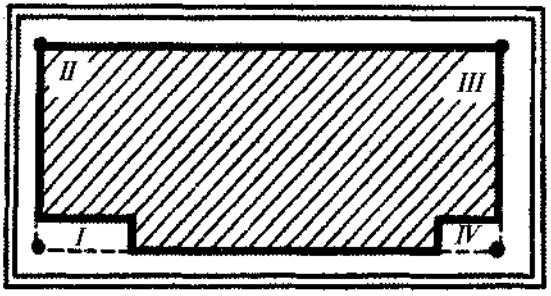


40-rasm.

Bosh o'qlarni rejalashda binoning joydagi umumiy holati aniqlanadi hamda u joydagi mavjud binolarga nisbatan oriyentirlanadi. Poligonometriya punkti yoki qurilish to'ri punktidan loyihaviy masofalarning qo'yilish nisbiy xatoligi 1/5000; loyihaviy burchaklar esa 20" gacha aniqlikda bo'lishi mumkin. Joyda barcha I, II, III, IV nuqtalar mahkamlangandan keyin har qaysisiga teodolit o'rnatiladi va ularning o'zaro perpendikularligi tekshirib ko'riladi. Qurilish ishlari uchun to'g'ri burchakdan chetlanish 30" gacha ruxsat etiladi. Shuni e'tiborga olish kerakki, asosiy o'qlarning o'zaro perpendikularligi, ularni rejalashdagi asosiy talablardan bittasi hisoblanadi.

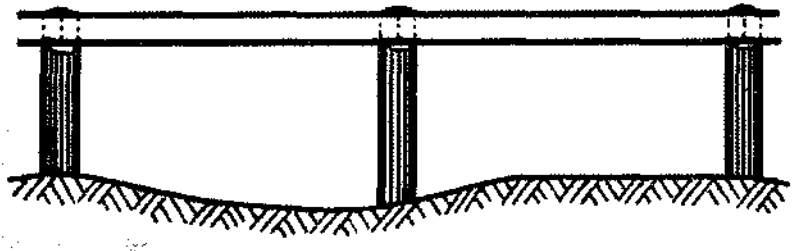
Ixota devorlarini loyihalash va tuzish. Inshoot o'qlari bir-biriga nisbatan $\pm 1-2$ mm aniqlikda rejalanishi kerak. Bunday aniqlikni ta'minlash uchun inshoot perimetri bo'ylab yog'ochdan yoki metalldan maxsus ixota devori o'rnatiladi. Ixota devorlari masofa o'lchash va rejalangan o'qlarni belgilash uchun qulay sharoit yaratib boradi. Ixota devori bosh planga asoslangan holda bino o'qlariga parallel loyihalanadi. Odatda,

ixota devorlari binodan ma'lum masofada uning to'rtala tomonini to'g'ri burchak ko'rinishida o'ragan holda loyihalanadi (41-rasm).



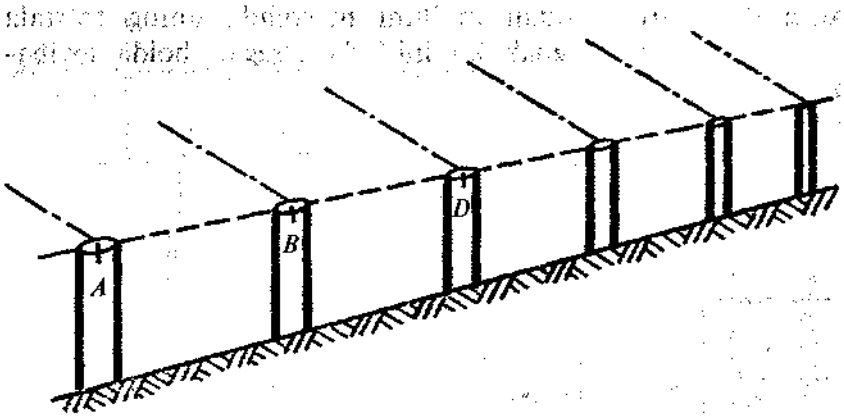
41-rasm.

Ixota devorlari uzluksiz yoki stvorli ko'rinishda tuzilishi mumkin. Uzluksiz ixota devorini tuzish uchun bino perimetri bo'ylab har 3 m da ustunchalar va ularga gorizontal holatda, bir xil otmetkada tekis taxtacha yoki metall plastinka mahkamlanadi (42-rasm).



42-rasm.

Stvorli ixota devori alohida ustunchalardan iborat bo'lib, har juft ustun qandaydir o'qni mahkamlaydi. Ustunchalar bir xil balandlikda yer ishlari maydonidan tashqarida, binoning tegishli o'qlariga parallel holda o'rnatiladi (43-rasm).



43-rasm.

Ixota devori qulay bo'lishi va uning ustiga shtativ o'rnatish mumkin bo'lishi uchun uning balandligi 0,5–1,2 m bo'lishi kerak.

Stvorli ixota devori uzluksizga nisbatan tejamli va ancha barqaror hisoblanadi. Ixota devori tuzilishidan qat'iy ravishda quyidagi asosiy talablarga javob berishi kerak:

1. Ixota devorlari tomonlari binoning bo'ylama va ko'ndalang o'qlariga parallel bo'lishi kerak. Agarda bu shart bajarilmasa, ixota devorlariga belgilangan o'qlar orasidagi masofa muntazam ravishda loyihadagidan kichik bo'lib boradi.

2. Ixota devori to'g'ri chiziqdan iborat bo'lishi kerak, negaki o'lchash amalga oshirilayotganda o'lchash asbobi yetarli aniqlikda stvorda yotqizilishi mumkin bo'lsin.

O'lchov asbobining stvordan chetlanish yo'l qo'yarli qiymati quyidagi ifoda orqali hisoblanishi mumkin:

$$\Delta_{ls} = 2\frac{\varepsilon^2}{l}, \qquad \text{(V.41)}$$

bu yerda: ε – o'lchov asbobi chekkalarining stvordan chetlanishi qiymati;

l – o'lchov asbobi uzunligi.

Nisbiy xatolik

$$\frac{\Delta_{ls}}{l} = 2\frac{E^2}{l^2},$$

bundan

$$\varepsilon = l\sqrt{\frac{1}{2}\frac{\Delta_{ls}}{l}}. \qquad \text{(V.42)}$$

3. Ixota devori gorizontal bo'lishi kerak, negaki u bo'ylab loyihaviy masofa qo'yilgan qiyalik uchun tuzatma kiritish mumkin bo'lsin.

Bino o'qlarining oxirgi holati devorlariga mix qoqish yoki temirga chiziq tortish bilan belgilanadi va yoniga tegishli tartib raqami yozib qo'yiladi. Ixota devorlari bo'ylab masofa o'lchash invar tasma yoki po'lat ruletka yordamida barcha tuzatmalarni hisobga olgan holda amalga oshiriladi.

Nazorat savollari

1. Rejalash deb nimaga aytiladi?
2. Rejalash ishlari nechta bosqichdan iborat?
3. Rejalash ishlari aniqligi nimaga asoslanib belgilanadi?
4. Nuqtaning chetlanish o'rta kvadratik qiymati qanday ifodalanadi?
5. Zanjirlar o'lchash nazariyasining mohiyati nimadan iborat?
6. Zanjirlar o'lchami tenglamasini keltiring.
7. Rejalash ishlari elementlari deb nimaga aytiladi?
8. Joyda loyihaviy burchak yasashning mohiyatini tushuntirib bering.
9. Burchak yasash xatoligi qanday ifodalanadi?
10. Loyihaviy kesma yasashning mohiyatini tushuntiring.
11. Loyihaviy otmetka joyga qanday ko'chiriladi?
12. Berilgan qiyalikda chiziq yasash qanday bajariladi?
13. Otmetkani kotlovan tubiga uzatish qanday tartibda amalga oshiriladi?
14. Otmetkani bino gorizontiga uzatish qanday tartibda amalga oshiriladi?

15. Bino va inshootlar asosiy o'qlarini rejalash usullarini ayting.
16. Qutbiy kooordinatalar usulining mohiyatini tushuntirib bering.
17. Qutbiy koordinatalar usulida nuqtani rejalashda yo'l qo'yiladigan xatoliklar manbalari nimalardan iborat?
18. Rejalashning to'g'ri burchakli koordinatalar usulining mohiyatini tushuntirib bering.
19. Rejalashning burchak kesishtirish usulining mohiyatini tushuntirib bering.
20. Rejalashning yopiq uchburchak usuli mohiyatini tushuntiring.
21. Mukammal rejalashning qanday usullarini bilasiz?
22. Stvor kesishtirish usulining mohiyatini tushuntiring.
23. Chiziq kesishtirish usulining mohiyatini tushuntiring.
24. Stvor-chiziq qo'shma usulining mohiyatini tushuntiring.
25. Loyihani joyga ko'chirishda qanday hujjatlar talab etiladi?
26. Loyihani joyga ko'chirish qanday tartibda amalga oshiriladi?
27. Loyihani geodezik bog'lash deb nimaga aytiladi?
28. Geodezik ishlarni amalga oshirish loyihasi qanday bosqichlardan iborat?
29. Bosh o'qlarni rejalashda qanday usullar qo'llaniladi?
30. Ixota devori nima va u nima maqsadda tuziladi?
31. Ixota devorlari qanaqa turlarga bo'linadi?
32. Ixota devorlari qanday talablarga javoban berishi kerak?
33. Ixota devorlari orqali masofa o'lchashda qanday asboblardan foydalaniladi?

Tayanch so'zlar: *rejalash o'qlari, montaj o'qlari, zanjirlar o'lchami, tutashtiruvchi qator, kronshteyn, montaj gorizonti, mukammal rejalash, ixota devori, loyihani geodezik bog'lash, stvor kesishtirish, stvor-chiziq qo'shma usul.*

VI BOB. QURILISH KONSTRUKSIYALARI VA TEXNOLOGIK QURILMALARNI GEODEZIK O'RNATISH VA TEKSHIRISH

26-§. Montaj ishlariga geodezik tayyorgarlik

Montaj ishlari aniqligiga bo'lgan talablar. Poydevor qurilishi ishlari tugatilgandan keyin montaj ishlari – qurilish konstruksiyalari va texnologik qurilmalarni loyihaviy holatda

o‘rnatish amalga oshiriladi. Bu ishlar aniqligi „Qurilish me’yori va qoidalari“ga asoslangan holda, geodezik ishlarni bajarish loyihasida beriladi.

Agarda loyihadan chetlashish chekini δ bilan belgilasak, u holda binoning murakkabligi va mas’uliyatiga bog‘liq ravishda geodezik o‘lchashlar o‘rta kvadratik xatoligi m_r ni ta’minlash ehtimolligi $p = 0{,}955$ uchun quyidagicha qabul qilish mumkin:

$$m_r = \frac{1}{4}\delta,$$

$p = 0{,}997$ uchun esa

$$m_r = \frac{1}{6}\delta.$$

Ayrim montaj ishlari uchun m_r xatolik qiymati 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Tartib raqami	Ishlar tarkibi	Geodezik o‘lchashlar o‘rta kvadratik xatoligi, mm
1	2	3
I	Konstruksiyalarning planli holatda o‘rnatilishini nazorat qilish (rejalash o‘qlariga nisbatan):	
	1) anker qurilmalari va temir-beton stanok o‘qlari;	2
	2) metall va temir-beton kolonnalar o‘qlari;	1
	3) balka, ferma, rigel o‘qlari;	2
	4) devor panellari va bloklar o‘qlari.	1

1	2	3
II	Konstruksiyalarni balandlik holati bo'yicha o'rnatishning nazorati (yaqinda joylashgan ishchi rigeldan berilgan loyihaviy gorizontga nisbatan):	
	1) metall kolonnalarning asos yuzalari;	1
	2) temir-beton kolonnalarning asos yuzalari;	2
	3) balka, ferma, rigellarning asos maydonlari;	3
	4) devor panellari va bloklarining asos yuzalari.	1
III	Konstruksiya o'qlari tikligining nazorati (yuqori qismining tiklikdan chetlashishi):	
	1) metall va temir-beton kolonnalar o'qlari;	
	a) balandligi 5 m gacha;	2
	b) balandligi 15 m gacha;	3
	d) blandligi 15 m dan yuqori;	0,0002H, lekin 7 mm dan kichik
	2) ko'p qavatli binolarda kolonnalar o'qlari (n – qavatlar soni);	$2n$
	3) devor panellari va bloklar o'qlari..	1
IV	Texnologik qurilmalarning planli va balandlik holatini tekshirish (referent chiziq yoki tekislikka nisbatan):	
	1) standart ishlab chiqarilgan qurilmalarning asos qismlari va o'qlari;	1–0,5
	2) avtomatik ravishdagi konveyer qatorlarining o'qlari va reper nuqtalari;	0,5–0,1
	3) noyob qurilmalarning koordinata belgilari.	0,1–0,03

Montaj ishlarini bajarishdagi geodezik tayyorgarlik ishlari tarkibiga quyidagilar kiradi:

1) poydevorlarning ijroiy planini olish;

2) montaj o'qlarini rejalash va joyda mahkamlash, murakkab inshootlar uchun yuqori aniqlikdagi montaj asosini barpo etish;

3) balandlik montaj asosini barpo etish;

4) qurilish konstruksiyalari va texnologik ashyolarda o'rnatish o'qlarini belgilash;

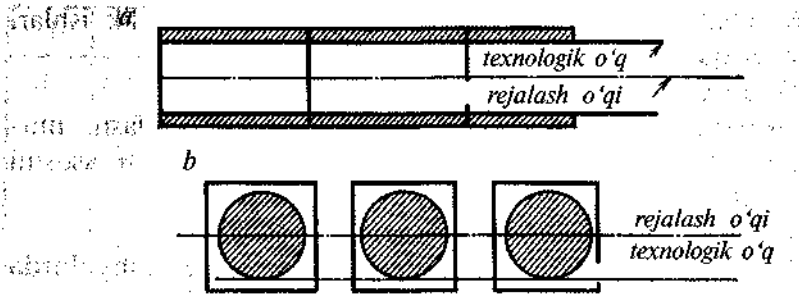
5) o'rnatish elementlarini hisoblash.

Ijroiy plan olish. Birinchi bosqich qurilish ishlari tugatilgandan so'ng poydevor va o'rnatish qismlarni ijroiy planga olish amalga oshiriladi. Bunda asosiy e'tibor inshootning tavsifli joylari, ya'ni kommunikasiya uchun ajratilgan tirqishlarning planli va balandlik holatlari asos tekisliklar, plitalar, anker qurilmalar otmetkalari loyiha bilan mos kelishiga qaratiladi. Ijroiy plan olish jarayonida yo'l qo'yarlidan katta bo'lgan chetlanishlar aniqlanadi va bartaraf qilinadi, asos tekisliklar otmetkalari loyihaviy qiymatga keltiriladi va poydevor montaj ishlarini boshlash uchun tayyor holga keltiriladi.

Texnologik o'qlarni tanlash. Agarda qurilish ishlarida rejalash o'qlari inshoot simmetrik o'qlari bilan ustma-ust tushadigan qilib loyihalansa, montaj ishlari uchun o'qlarni shunday tanlash kerakki, ular poydevor o'qlariga parallel holatda joylashgan bo'lib, konstruksiyalarning ayrim muhim chiziqlari yoki tekisliklariga mos kelsin. Bunda texnologik qurilmani loyihaviy holatda o'rnatish qulayroq bo'ladi.

Agregat yo'llarini montaj qilishda (44-rasm) texnologik o'q sifatida yo'llardan birortasining chekkasini qabul qilish qulay bo'ladi. Aylanasimon inshootlarni montaj qilishda (44-rasm), texnologik o'q sifatida aylana chekkasidan o'tgan chiziqni qabul qilish maqsadga muvofiq.

Texnologik o'q teodolit yoki struna yordamida barpo etilishi mumkin. Bu o'qlar poydevor chizmasini sinchiklab o'rgangandan so'ng tanlanadi.



44-rasm.

O'qlarni joyda mahkamlash. Aniq injener-geodezik ishlarda mahkamlash belgilari va markazlarga yuqori talablar qo'yiladi.

Belgilar barqaror bo'lishi kerak, ya'ni ularning planli va blandlik holatlari o'zgarishi montaj ishlari uchun berilgan chekidan kichik bo'lmasligi talab etiladi.

Belgilar uzoq vaqtga chidaydigan bo'lishi kerak va ular faqatgina montaj ishlari jarayonidagina emas, balki inshootdan foydalanish davrida va uning poydevori cho'kishini kuzatishda ham xizmat qilsin.

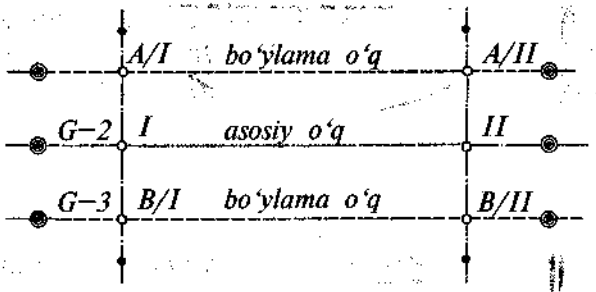
Geodezik belgi konstruksiyasi asbob va markalarni tez va yuqori aniqlikda markazlashtirishga imkon berishi kerak.

Geodezik belgining joylashish o'rni yuqori aniqlikda o'lchashni bajarish uchun qulay bo'lishi kerak.

Asosiy hamda yordamchi o'qlarni joyda mahkamlash uchun, qo'yilgan aniqlikka binoan, turli xil konstruksiyali geodezik belgilar qo'llaniladi.

Texnologik o'qlarni nazorat qilish. Qurilish uskunalarini o'rnatishdan oldin texnologik o'qlarning holati, ularning o'zaro perpendikularligi tekshiriladi. Bo'ylama va ko'ndalang o'qarning kesishish nuqtalari teodolit yordamida poydevorga ko'chiriladi va vaqtincha belgi bilan mahkamlanadi (45-rasm. *I, A/I, B/I; II, A/II, B/II*).

Keyin bo'ylama va ko'ndalang o'qlar orasidagi masofalar o'lchanadi. Bir vaqtning o'zida I va II nuqtalardan teodolit yordamida o'qlarning kesishish burchaklari o'lchanadi. Bur-



45-rasm.

chak va masofa o'lchashlar natijalari loyihaviy qiymatlari bilan solishtiriladi va agarda chetlashish xatolik chekidan ortib ketsa, o'qlar holati siljitish yo'li bilan tuzatiladi.

27-§. Qurilish konstruksiyalarini planli o'rnatish va tekshirish usullari

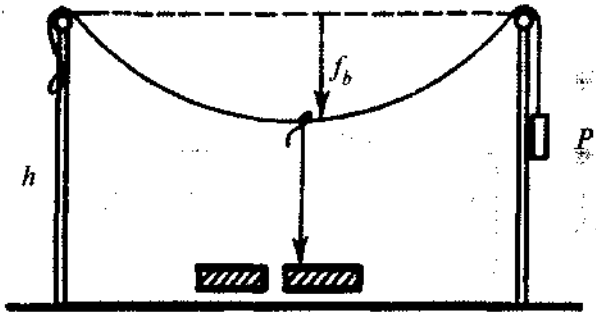
Qurilish konstruksiyalari va texologik ashyolarni loyihaviy holatda o'rnatish montaj o'qlari orqali amalga oshiriladi. Bu o'qlar esa struna yoki optik qurilmalar yordamida barpo etiladi. Shunga bog'liq ravishda, planli o'rnatishda strunaviy, optik-struna va optik usullar qo'llaniladi.

Strunaviy usul. Bu usulda joyda o'q uchlari mahkamlangan nuqtalar oralig'ida 0,1–0,5 mm diametrdagi struna tortiladi. Bu struna texnologik o'q vazifasini bajarib, u orqali yengil ipli shovun yordamida qurilma o'qi nuqtalari o'rnatiladi. Strunaning markaziy qismi ma'lum holatda egilishini e'tiborga olib, uning chekka nuqtalarini montaj sathidan h balandlikka ko'tarishga to'g'ri keladi (46-rasm).

Strunaning egilish qiymati f_B quyidagi ifoda orqali hisoblanishi mumkin:

$$f_B = \frac{ql^2}{8F}, \qquad \text{(VI.1)}$$

bu yerda q – 1 kg strunaning og'irligi;



46-rasm.

l – stvor uzunligi;

F – strunaning cho'zilish kuchi (kg).

Masalan 0,3 mm diametrli struna og'irligi $q = 0{,}55 \cdot 10^{-3}$ kg bo'lib, $l = 200$ m, $F = 9$ kg bo'lsa, $f_B = 0{,}31$ m bo'ladi.

Bu usulda o'rnatish aniqligiga ta'sir etuvchi xatoliklar manbayi quyidagilardan iborat:

1) strunaning montaj o'qi bilan ustma-ust tushmaslik xatoligi;

2) ish jarayoni paytida strunaning tebranishi;

3) strunani nuqtaga yoki konstruksiya chekkasiga shovun yordamida proyeksiyalash.

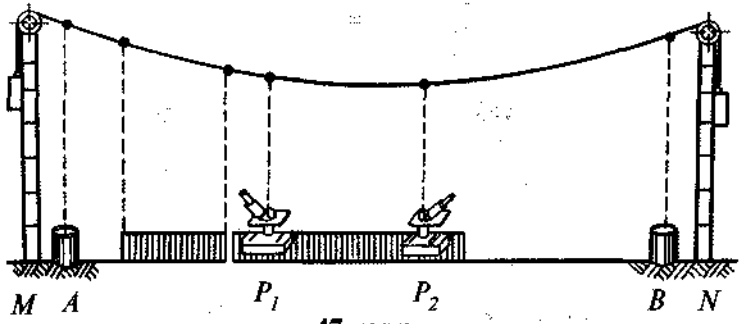
Yopiq bino ichida, stvor uzunligi 80 m gacha bo'lgan holda, montaj ishlarini 2 mm aniqlikda bajarish mumkin. Uzunroq stvorlarda shovun ishlatilganda tebranish ortib boradi, bu esa o'z navbatida montaj ishlari aniqligining kamayishiga sabab bo'ladi.

Struna montaj o'qi sifatida qator ustunlikka egadir. Unga optik tizimlar xatoligi – refraksiya, fokuslash xatoligi va boshqalar ta'sir etmaydi. Undan tashqari bu usulda montaj ishlarini bir vaqtning o'zida bir nechta joyda amalga oshirish mumkin.

Lekin bu usulning sanab o'tilgan ustunliklaridan foydalanish uchun ipli shovun o'rniga optik yo'l bilan proyeksiyalovchi tizim qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Optik-struna usuli. Bu usulda texnologik o'q struna yordamida beriladi, konstruksiya nuqtalariga proyeksiyalash esa optik asboblar (ordinometr, proyeksiyalovchi asbob) yordamida amalga oshiriladi.

Konstruksiyalarni montaj qilish uchun struna metall ustunlar M va N ga ma'lum kuch bilan tortiladi (47-rasm). Tortilgan struna montaj o'qi sifatida foydalanilada. Konstruksiyani stvorga o'rnatish uchun uning ustiga P_1 va P_2 optik asboblar o'rnatiladi. Optik mikrometr orqali konstruksiyaning montaj o'qidan chetlashish qiymati aniqlanadi. Keyin konstruksiyani optik asbob bilan birga siljitib, uning iplar to'ri bilan strunaning kesishishiga erishiladi. Bir vaqtning o'zida tegishli ponalar yordamida konstruksiya loyihaviy balandlik bo'yicha ham o'rnatiladi.



47-rasm.

Montaj jarayonida struna tebranmasligi uchun qurilish maydoni to'siq bilan o'ralgan, kran va shu singari texnikalar harakati iloji boricha to'xtatilgan bo'lishi kerak.

Optik-struna usuli aniqligiga ta'sir etuvchi xatoliklar manbayi quyidagilardan iborat:

1) boshlang'ich ma'lumotlar xatoligi – texnologik o'qlarni rejalash va mahkamlash (m_δ);

2) strunani texnologik o'q stvoriga o'rnatishdagi yo'l qo'yilgan xatolik (m_s);

3) strunani optik asbob yordamida proyeksiyalash xatoligi (m_p);

4) tashqi muhit ta'siri: strunaning tebranishi (m_t); yoritish fazasi (m_f).

Texnologik o'qlar yuqori aniqlikda (0,1–0,01 mm) rejalanadi va mahkamlanadi. Strunani texnologik o'q stvoriga o'rnatish optikaviy proyeksiyalovchi asbob yoki teodolit yordamida amalga oshiriladi, shu sababli uning aniqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m_c = \frac{m_P}{\sqrt{2}}.$$

Strunani proyeksiyalashning chiziqli xatoligi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$m_P = \frac{m''_P}{p''},$$

bu yerda m''_P – proyeksiyalashning sekunddagi o'rta kvadratik xatoligi;

h – struna bilan asbob orasidagi balandlik.

Bu usul aniqligiga strunaning yoritilishi ham ta'sir ko'rsatadi, uning qiymati quyidagiga teng:

$$\Delta_f = \frac{1}{4} d,$$

bu yerda d – struna diametri. d = 0,3 mm bo'lsa Δ_f = =0,075 mm, bo'ladi.

Havo massasining harakati tufayli sodir bo'ladigan struna tebranishi optik-struna usuli aniqligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Tajriba ma'lumotlariga binoan struna yonidan o'tgan kran uni 0,3 mm ga chetlashtiradi.

Xattoki yopiq bino ichida joylashgan strunaning tebranish amplitudasi 0,03 mm gacha bo'ladi.

Shuning uchun strunaning tebranishini kamaytirish mumkin bo'lgan barcha tadbirlarni qo'llash talab etiladi.

400 m gacha bo'lgan stvor uchun optik-struna usuli 0,08–0,1 mm aniqlikni ta'minlashi mumkin.

Bu usulning asosiy xatoliklar manbayi quyidagilardan iborat:

1) strunani texnologik o'qqa parallel o'rnatishdagi xatolik;

2) qarash trubasining vizir o'qini tik holatga keltirish xatoligi;

3) indikator shkalasidan sanoq olish xatoligi.

Optik vizirlash usuli. Optik stvorlar tuzishga asoslangan montaj usullari keng yoyilgan. Bu usulda konstruksiyalarni o'rnatish va tekshirish qarash trubasi va vizirlash markasi yordamida amalga oshiriladi. Texnologik o'q sifatida teodolit yoki alinometr yordamida berilgan vizirlash chizig'i xizmat qiladi.

Alinometr – bu kattalashtiruvchi qarash trubasi bilan jihozlangan hamda belgiga yuqori aniqlikda markazlashtirish qurilmasiga ega bo'lgan qarash asbobidir. Unda okularli yoki optik mikrometr bo'lib, gorizontal va vertikal doira bo'lmaydi.

Bu usulda o'qning boshlang'ich punktiga teodolit yoki alinometr, oxirgi punktiga esa vizirlash markasi o'rnatiladi. Asbob vizir markasiga qaratiladi va vizir chizig'i bo'ylab harakatlanuvchi markani siljitib borish bilan konstruksiya o'rni belgilanadi.

Bu usulda ta'sir etuvchi asosiy xatoliklar manbayi quyidagilardan iborat:

1) stvorni tayanch markaga nisbatan oriyentirlash xatoligi;

2) harakatlanuvchi markani tekshirilayotgan nuqtaga o'rnatishdagi xatolik;

3) qarash trubasini qayta fokuslash;

4) tashqi muhit ta'siri (yonlama refraksiya).

Birinchi va ikkinchi xatoliklar manbayini o'zaro teng deb hisoblab, qulay tashqi sharoitda uning burchak qiymatini quyidagicha hisoblash mumkin:

$$m^2_{vf} = (m_v\sqrt{2})^2 + m^2_{fok}. \qquad \text{(VI.2)}$$

Hozirgi zamon aniq teodolitlari uchun fokuslash xatoligi juda kichik bo'lib, vizirlash xatoligi bilan tengdir ($m_{fok} \approx m_v$), shunga asosan

$$m''_{vf} = m''_v\sqrt{3} = \frac{20''\sqrt{3}}{\nu}.$$

Katta uzunlikdagi chiziqlarda refraksiya ta'siri sezilarli bo'ladi, shuning uchun montaj ishlarida uni hisobga olish zarur.

Stvor yasash xatoligi umumiy holda quyidagicha bo'ladi:

$$m''_s = \sqrt{m^2_{vf} + m^2_r}, \qquad \text{(VI.3)}$$

chiziqli qiymati esa

$$m_s = \frac{m''_s}{\rho''} l. \qquad \text{(VI.4)}$$

Xatolikning eng katta qiymati stvorning o'rta qismida bo'ladi, stvor uzun bo'lgan hollarda bu qiymat yo'l qo'yarli xatolik qiymatidan ortib ketishi ham mumkin.

Bunday hollarda stvor yasashning maxsus dastur va sxemalaridan foydalanish tavsiya etiladi.

28-§. To'g'ri chiziq bo'ylab o'rnatishning yuqori aniqlikdagi usullari

Qurilish konstruksiyalari va texnologik qurilmalarni to'g'ri chiziq bo'ylab o'rnatishda quyidagi usullar qo'llanilishi mumkin: kollimator, avtokollimatsiya, difraksiya va interferometr qo'llash usullari.

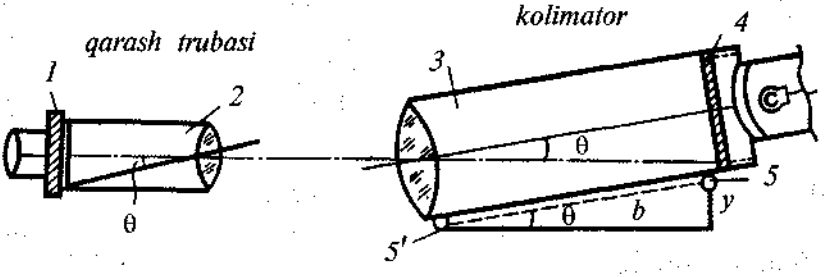
Kollimator usuli. Qurilma o'qlarining bitta to'g'ri chiziqda joylashishini kuzatishda va yuqori aniqlikdagi agregatlarni tekshirishda kollimator usuli keng qo'llaniladi. Bu usulda o'lchashlar parallel nurlar to'plami yordamida amalga oshiri-

lishi tufayli qarash trubasining fokus masofasini o'zgartirish talab etilmaydi va bu yuqori aniqlikda o'lchashni ta'minlaydi.

Ma'lumki, kollimator tizimi tarkibiga qarash trubasi *2* (48-rasm), okularli mikrometr *1* va parallel nur tarqatuvchi kollimator *3* kiradi. Kollimatorning shtrixli to'ri *4* uning fokal maydonida joylashgan bo'lib, yorug'lik manbayi orqali yoritiladi. Bu to'rning tasviri (aksi) qarash trubasining fokal tekisligida paydo bo'ladi.

Kollimatorni trubaning vizirlash o'qiga parallel ravishda harakatlantirganda nurlar to'plami o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi va kollimator to'ri tasviri qo'zg'almaydi. Agarda kollimator nishablikda bo'lsa yoki ma'lum burchakka burilsa, parallel nurlar to'plami vizirlash o'qidan shu burchak qiymatiga teng burchakka chetga buriladi. Siljishning burchak qiymati θ ni okularli mikrometr yordamida o'lchash mumkin va undan foydalanib, kollimator o'qining berilgan yo'nalishdan chetlanish qiymati *y* aniqlanadi.

Kollimatorning tayanch nuqtalari *5* va *5′* oralig'idagi masofa asbobning *b* bazasi hisoblanadi.



48-rasm.

48-rasmga binoan qarash trubasining o'qi va tayanch nuqtalarini tutashtiruvchi chiziq parallel bo'lgan holda quyidagicha yozish mumkin:

$$u = \frac{b\theta}{\rho''}, \qquad \text{(VI.5)}$$

bu yerda $\theta = \mu'' n$, μ – okularli mikrometr bo'lagining qiymati, n – bo'laklar soni.

Yuqoridagini e'tiborga olib, (VI.5) ifodani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$y = \frac{b\mu'' n}{p''}. \qquad \text{(VI.6)}$$

Shunday qilib, agarda boshlang'ich asos punktga qarash trubasini o'rnatib, uni berilgan o'q bo'ylab oriyentirlasak va kollimatorni tekshiriladigan chiziq bo'ylab harakatlantirsak, okularli mikrometr yordamida nuqtalarning stvor o'qdan chetlashishini o'lchash mumkin.

Xatoliklar nazariyasiga binoan, (VI.6) ifodadan quyidagini yozamiz:

$$m_y^2 = \left(\frac{b}{p}\right)^2 m_\theta^2 + \left(\frac{\theta}{p}\right)^2 m_b^2, \qquad \text{(VI.7)}$$

yoki

$$m_y^2 = b^2 \left(\frac{m_\theta}{p}\right)^2 + y^2 \left(\frac{m_b}{b}\right)^2, \qquad \text{(VI.8)}$$

bu yerda m_y – siljishni aniqlashning o'rta kvadratik xatoligi;

m_θ va m_b – chetlashish burchagini va asbob bazasini o'lchash aniqliklari.

Odatda, chetlashish qiymati y katta bo'lmaydi, asbob bazasi b esa yuqori aniqlikda (1:5000–1:10000) o'lchanishi mumkin, shuning uchun ifodaning ikkinchi qismi kam ta'sir etishini e'tiborga olsak,

$$m_y = \frac{bm''_\theta}{p''}. \qquad \text{(VI.9)}$$

(VI.8), (VI.9) ifodalar tahlilidan, chetlanishni topish aniqligi kuzatilayotgan nuqtalargacha bo'lgan masofaga bog'liq emas, degan xulosa qilish mumkin. Bu xulosa kollimator usulining afzallik xususiyatini ko'rsatadi. Ammo kollimator qarash trubasidan ko'proq uzoqlashganda kuzatish sharoiti yomonlashadi va chetlashish burchagi θ ni o'lchash xatoligi ortib boradi.

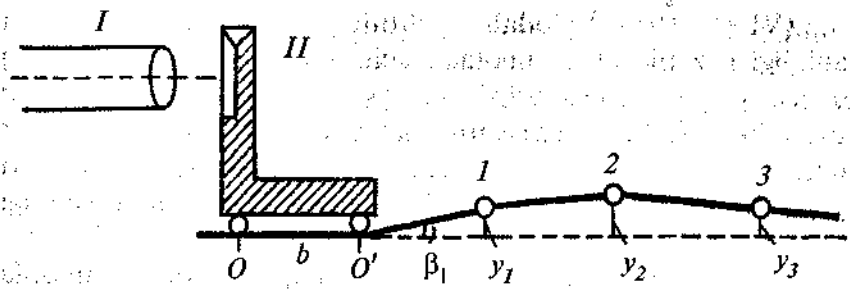
Kuzatishlar ko'rsatadiki, qulay sharoitda oraliq masofa 400 m gacha bo'laganda θ burchak o'lchash aniqligi taxminan 0,7–1,0" ni tashkil etadi, bu b = 2000 mm bazali asbob uchun y chetlashishni topish aniqligi 5 μm ga teng bo'ladi.

Avtokollimatsiya usuli. Avtokollimatsiya tizimida qarash trubasi kollimator bilan tutashgan bo'lib, yakka avtokollimatsiya asbobini tashkil etadi. Tizimning iplar to'ri obyektivning fokal tekisligida joylashgan. Qarash trubasini cheksizlikka fokuslaganda yoritilgan iplar to'ridan va uning oynadan qaytgan aksi yana fokal tekisligida yig'iladi. Bu holat avtokollimatsiya tasviri hisoblanib, agarda oyna tekisligi avtokollimatorning vizir o'qiga perpendikular o'rnatilgan bo'lsa, ikkala to'r (qarash trubasining iplar to'ri va uning oynadan qaytgan aksi) ustma-ust tushadi.

To'r tasviri siljisa, qarash trubasini harakatlantirish orqali ularning ustma-ust tushishiga erishiladi. To'rlarning ustma-ust tushishi uchun vizir o'qi va oyna tekisligi orasidagi burchak 90° bo'lishi kerak.

Tekis oyna β burchakka burilsa yoki qiya holda o'rnatilsa, avtokollimasiya tasviri 2β burchakka siljiydi (chetlashadi), ya'ni bu usulning aniqligi kollimator usuliga nisbatan ikki marta yuqori. Ammo oynagacha bo'lgan masofaning ortishi bilan iplar to'rining avtokollimatsiya tasviri xiralashib boradi.

Tekshirilayotgan yuzani to'g'irlash uchun avtokollimator *I* (49- rasm) boshlang'ich punktga o'rnatiladi va trubaning vizirlash o'qi berilgan texnologik o'q bilan tutashtiriladi. Oynali marka *II* tayanch nuqtalar orqali tekshirilgan *00'* maydonchaga o'rnatiladi.



49-rasm.

Avtokollimator trubasi oyna markaziga qaratiladi, iplar to'rlari tutashtiriladi va optik mikrometrdan boshlang'ich sanoq olinadi. Oynali markani $0'-1$ nuqtalarga siljitib, to'rlar tutashtiriladi va ikkinchi sanoq olinadi. Sanoqlar farqidan oynaning ikkilangan qiyalik burchagi 1 aniqlanadi. Oynaning bazasi b bo'lganda $0'-1$ uchastkada qiyalikning chiziqli qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$y_1 = \frac{\beta_1 b}{2\rho}. \qquad \text{(VI.10)}$$

$1-2$ qism uchun:

$$y_2 = \frac{\beta_2 b}{2\rho}.$$

$n-1$ va n qism uchun:

$$y_n = \frac{\beta_n b}{2\rho}..$$

Boshlang'ich tekislik $0-0'$ ga nisbatan qiyalik qiymatining yig'indisi:

$$Y_n = \sum_{j=1}^{j=n} y_i = \frac{b}{2\rho} \sum_{j=1}^{j=n} \beta_i . \qquad \text{(VI.11)}$$

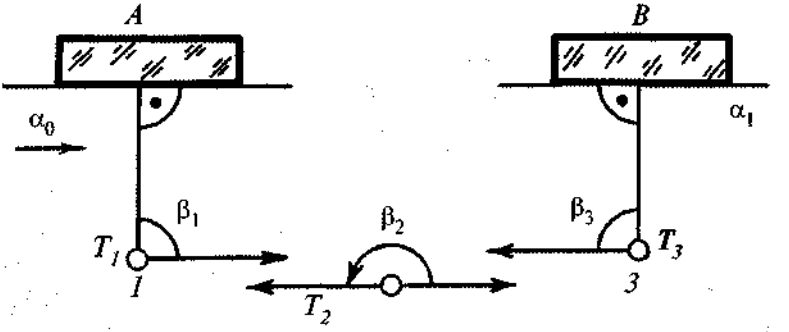
Har bir chetlanish bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda

aniqlanishini e'tiborga olib, o'rta kvadratik xatolikni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$m_{Y_n} = \frac{b}{2\rho} m_\beta \sqrt{n}. \qquad \text{(VI.12)}$$

b = 2000 mm, m_β = 1, n = 50 bo'lganda m_{Y_n} = 3,4 μm bo'ladi.

Uchta avtokollimatsiya teodoliti yordamida qisqa tomonlardan (0,5–30 m) iborat bo'lgan azimutli yo'llarni barpo qilish mumkin. Bunday yo'lga misol 50-rasmda keltirilgan. Yassi *A* oynaning boshlang'ich yo'nalishi 79 α_θ azimut orqali berilgan. *1*, *2*, *3* nuqtalarga avtokollimatsiya teodolitlari o'rnatilgan.



50-rasm.

Teodolit T_1 oynaga vizirlanadi va to'r shtrixlari uning avtokollimatsiya aksi bilan tutashtirilib, limbdan sanoq olinadi. Keyin T_1 teodolit T_2 asbobiga qaratiladi va shtrixlar tutashtirilib, limbdan sanoq olinadi. Bu sanoqlar farqi β_1 burchak qiymatini beradi. Burchak o'lchashlar doiraning ikki holatida amalga oshiriladi.

Keyin T_1 va T_3 avtokollimatsiya teodolitlari orasidagi *2* nuqtadagi burchak o'lchanadi. T_1 va T_2 teodolitlar o'zaro bir-biriga qaratilganligi va to'rlar tutashtirilganligi uchun bu yo'nalish bo'ylab limbdan sanoq olish mumkin. Alidadani

bo‘shatib, ikkinchi teodolitni T_3 asbobiga vizirlab (ularning to‘rlari tutashtiriladi) va T_2-T_3 yo‘nalishidan sanoq olinadi. Nihoyat oynaga optik normal tushirib (vizir chizig‘i oynaga perpendikular holatiga keltiriladi), *3* nuqtada β_3 burchak o‘lchanadi.

B oyna tekisligining azimuti α_1 quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$\alpha_1 = \alpha_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 - 360^\circ. \qquad \text{(VI.13)}$$

Bunday yo‘l davom ettirlishi mumkin yoki boshlang‘ich *A* oyna bilan qayta tutashtirilib, yopiq poligon hosil qilish mumkin.

2TK avtokollimatsiya teodolitidan foydalanilganda kichik tomonlar azimutlarini aniqlash o‘rta kvadratik xatoligi 3–4″ ni tashkil etadi.

Difraksiya usuli. Bu usul taniqli fizik olim Yungning interferensiya tajribasiga asoslangan. A_1 markaning ensiz d_1 tirqishidan o‘tkazilgan yorug‘lik manbayi ikki tirqishli spektorli A_2 markaga tushadi. Defraksiyaning ta’siri natijasida d_2 va d'_2 tirqishlardan o‘tayotgan yorug‘lik to‘lqinlari geometrik soyalar maydoniga kiradi va o‘zaro bir-birini to‘sib qo‘yadi. O‘zaro ta’sir natijasida ekran tekisligida interferensiya manzarasi hosil bo‘ladi. Uning markaziy qismi eng yorug‘ hisoblanadi.

Konstruksiyalarni to‘g‘irlash uchun ko‘rilayotgan hodisaning quyidagi qonuniyatidan foydalaniladi: bittalik tirqishning markazi, spektrli markaning simmetrik o‘qi markaziy nuqtasi doimo bitta fazoviy to‘g‘ri chiziqda yotadi. Spektorli marka ko‘ndalang siljiganda unga mos ravishda interferensiya manzarasining markazi siljiydi va uchta nuqtaning bitta chiziqda joylashishi saqlanib qoladi.

d_2 va d'_2 tirqishlar o‘lchami (eni) quyidagicha hisoblanadi:

$$d_2 = \frac{l_2\lambda}{2t}, \qquad \text{(VI.14)}$$

bu yerda λ – yorug'lik to'lqini uzunligi;

t – tirqishlar markazlari orasidagi masofa.

Tajribadan quyidagini qabul qilish mumkin:

$$d_1 = \frac{d_2}{2}.$$

Difraksiya usulining asosiy xatoliklari quyidagilardan iborat:

1) boshlang'ich ma'lumotlar xatoligi – montaj o'qlarini rejalash va mahkamlash xatoliklari;

2) asos punktlarda yorug'lik manbayi va yorug'lik qabul qilish asboblarini markazlashtirish xatoliklari;

3) interferensiya manzarasini tuzish xatoligi – tashqi muhit ta'siri, tirqishlarni yasashda yo'l qo'yilgan xatolik, yorug'lik manbayining ta'siri;

4) interferensiya markazi simmetrik o'qlarini tutashtirishdagi yo'l qo'yilgan xatolik.

Tajribalarga asosan difraksiya usuli yordamida nuqtalarni stvor bo'ylab o'rnatishning o'rta kvadratik xatoligi 20–30 μm ni tashkil etadi (stvor uzunligi 80–100 m bo'lganda). Yorug'lik manbayi sifatida lazerdan foydalanilganda 400 m gacha uzunlikda o'lchash xatoligi 60 μm dan oshmaydi.

29-§. Konstruksiyalarni balandlik bo'yicha o'rnatish

Tayanch tekisliklar, qurilish konstruksiyalari va agregatlarning nuqtalarini loyihaviy balandlik va nishablik bo'yicha o'rnatish, ularning balandlik holatlarini tekshirish geometrik niverlirlash, mikroniverlirlash, gidrostatik nivelirlash usullari orqali amalga oshirilishi mumkin.

Geometrik nivelirlash. Bu usul joyda loyihaviy balandliklarni o'rnatishda eng ko'p tadbiq etiladigan usuldir. O'lchashda, talab qilingan aniqlikka bog'liq ravishda, nivelirashning u yoki bu guruhi qo'llaniladi. Bunda asbobdan

reykagacha bo'lgan masofa katta bo'lamasligiga (25 m gacha) harakat qilinadi.

Texnik nivelirlash otmetka uzatishni 2–3 mm xatolikda ta'minlasa, yuqori aniqlikdagi nivelirlash esa 0,1–0,2 mm xatolikda ta'minlaydi. Oxirgi holatda kontaktli va optik mikrometrli nivelir va invar reykalardan foydalaniladi.

H_{RP} omtetkali reperga nisbatan H_l loyihaviy balandlikni joyga ko'chirish uchun H_J asbob gorizonti orqali reykadagi loyihaviy sanoq hisoblanishi kerak. Ma'lumki, asbob gorizonti quyidagicha hisoblanadi:

$$H_J = H_{RP} + a.$$

Keyin reykada o'rnatiladigan loyihaviy b sanoq hisoblanadi,

$$b = H_J - H_l.$$

Joydagi loyihaviy balandlikda o'rnatmoqchi bo'lgan nuqtaga reyka o'rnatilib, uni pastga yoki yuqoriga harakatlantirish yo'li bilan iplar to'rini reykadagi loyihaviy sanoq b bilan tutashtiramiz.

Reykaning shu holatida uning pastki qismi loyihaviy balandlikni ko'rsatadi.

Mikronivelirlash. Tayanch tekisliklarini gorizontal holatga keltirish uchun bo'lak qiymati 20″ ga teng bo'lgan montaj adilaklari qo'llaniladi. Yuqoriroq aniqlikda balandlik bo'yicha o'rnatishda bo'lak qiymati 5″ ga teng bo'lgan maxsus mikronivelirlardan foydalaniladi.

Mikronivelirlarning tagligi tekshiriladigan yuzaga ikkita (uch qismi yarim sferali) tayanch nuqtalar orqali tayanadi. Tayanch nuqtalar orasidagi masofa asbob bazasi hisoblanadi.

Taglik o'zining og'irligi ta'sirida egilmaydigan mustahkam bo'lishi va shu bilan birga yengil bo'lishi kerak.

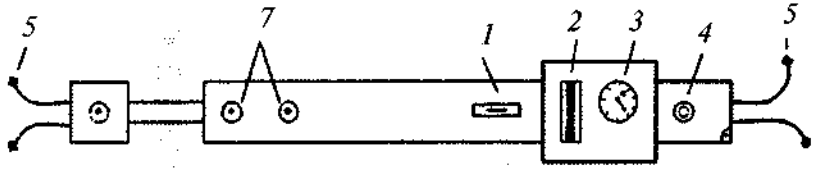
Mikronivelir yordamida nisbiy balandlikni tekshirilayotgan yuzaning bitta nuqtasidan ikkinchisiga uzluksiz uzatishga *mikronivelirlash* deyiladi. Bu jarayonda asbobning

orqadagi tayanch nuqtasi, shungacha oldingi tayanch qo'yilgan joyga o'rnatiladi.

Mikronivelir asbobning ikki holatida to'g'ri va teskari holatda amalga oshiriladi. Bu asbobning nol o'rnini tekshirishga va nisbiy balandlikni aniqlashda yo'l qo'yiladigan sistematik xatolikni bartaraf etishga imkon beradi.

Hozirgi kunda mikronivelirlarning turli xil konstruksiyalari ishlab chiqarilgan.

51-rasmda MH-3 mikronivelirlar ko'rsatilgan. Bo'lak qiymati 5" bo'lgan bo'ylama adilak *1* ko'tarish vintlari *4* yordamida nol o'rniga keltiriladi. Ko'ndalang adilak *2* tayanchlar *6* yordamida sozlanadi. Indikator *3* sanoq olishga qulay bo'lishi uchun gorizontal holatda joylashgan. Asbob bazasi 900 mm dan 1200 mm gacha o'zgarishi mumkin va vintlar *7* bilan mahkamlanadi. Asbobning tekshirilayotgan chiziq bo'ylab harakatlanishi uchun roliklar *5* xizmat qiladi.



51-rasm.

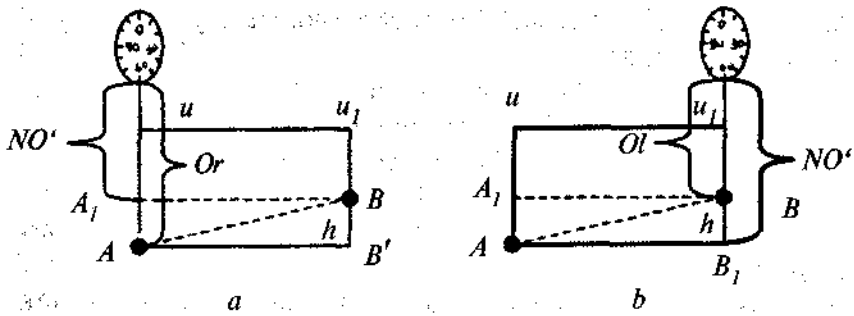
Bo'ylama adilak o'qi, tayanch nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqqa parallel bo'lgandagi indikator sanog'i mikronivelirning nol o'rni (NO') hisoblanadi.

Agarda *A* nuqtaga (52- *a* rasm) harakatlanmaydigan tayanch nuqta o'rnatilsa, u holda ko'tarish vintlari yordamida adilak pufakchasi nol punktga keltirilgandan keyin adilak o'qi gorizontal holatni egallaydi va indikator shkalasidagi sanoq *3* bo'ladi.

52-rasmga binoan

$$h = NO' - Or. \qquad (a)$$

Asbob holatini 180° ga o'zgartirib o'rnatamiz (harakatlanuvchi tayanch oldinga *B* nuqtaga 52- *b* rasm). Adilak



52-rasm.

pufakchasini no'l punktga keltirgandan keyin, uu_1 o'q gorizontal holatni egallaydi, indikator shkalasidagi sanoq *Ol* bo'ladi,

$$h = Ol - NO'. \qquad (b)$$

(*a*) va (*b*) ifodalardan,

$$NO' = \frac{Or+Ol}{2} \qquad \text{(VI.15)}$$

va

$$h = \frac{Ol-Or}{2} = -\frac{Or-Ol}{2} \qquad \text{(VI.16)}$$

Mikronivelirning NO' qiymati doimiy bo'ladi.

Xatoliklar nazariyasiga asosan nisbiy balandlik o'lchash o'rta kvadratik xatoligi

$$m_h^2 = \frac{1}{4}\left(m_{Ol}^2 + m_{Or}^2\right), \qquad \text{(VI.17)}$$

bu yerda m_{Ol} va m_{Or} — *Ol* va *Or* sanoqlar o'rta kvadratik xatoligi.

Agarda $m_{Ol} \approx m_{Or} \approx m_0$ deb qabul qilsak,

$$m_h^2 = \frac{m_0}{\sqrt{2}}. \qquad \text{(VI.18)}$$

Sanoq olish xatoligi m_0, asosan, asbobni gorizontallash xatoligi m_g, indikator ko'rsatkichidagi xatolik m_4 va nivelirlanayotgan yuzaning notekisligi (g'adir-budurligi) m_n ga bog'liq.

Bu xatoliklarning o'zaro bog'liqmasligini hisobga olsak,

$$m_0 = \sqrt{m_G^2 + m_n^2 + m_H^2}. \qquad \text{(VI.19)}$$

Mikronivelir bazasi b yetarli aniqlikda aniqlanganligini hisobga olsak,

$$m_g = \frac{0{,}2\tau d}{\rho}. \qquad \text{(VI.20)}$$

b = 1000 mm va τ = 5″ bo'lsa, m_G = 5 μm bo'ladi.

Indikator ko'rsatkichi xatoligi 5–10 μm oralig'idan oshmaydi.

Tekshirilayotgan yuzasining g'adir-budurligi xatoligini m_n = = 5 μm deb qabul qilsak, mikronivelirlash xatoligi yig'indisi m_h = 6 μm ni tashkil etadi.

Mikronivelirlash yo'lida otmetka uzatish xatoligi

$$m_F = m_h\sqrt{n}, \qquad \text{(VI.21)}$$

bu yerda n – stansiyalar soni.

Yo'l uzunligi L va asbob bazasi b bo'lganda

$$n = \frac{l}{b}$$

va

$$m_F = m_h\sqrt{\frac{l}{b}} \text{ bo'ladi.}$$

Gidrostatik nivelirlash. Ma'lumki, tutash idishlardagi suyuqlik yuzalari idishlarning o'lchami va ularning qanday sathlarda joylashganidan qat'iy nazar bir xil balandlikda bo'ladi. Gidrostatik nivelirlash shu tamoyilga asoslangan bo'lib, nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik bevosita suyuqlik yuzasiga nisbatan aniqlanadi. Bu esa geometrik nivelirlashda yuzaga keladigan asbob va refraksiya ta'siri xatoliklarini bartaraf etishga imkon beradi.

Gidravlika qonunlariga binoan, tutash idishlardagi suyuqlik yuzalari bir xilda bo'lishlari uchun bosim, suyuqlik zichligi va temperatura bir xil bo'lishi talab etiladi.

Gidrostatik nivelirlashda nisbiy balandlik idishlarning o'rnini almashtirish yo'li bilan o'lchanadi. 53-rasmga binoan A va B nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik

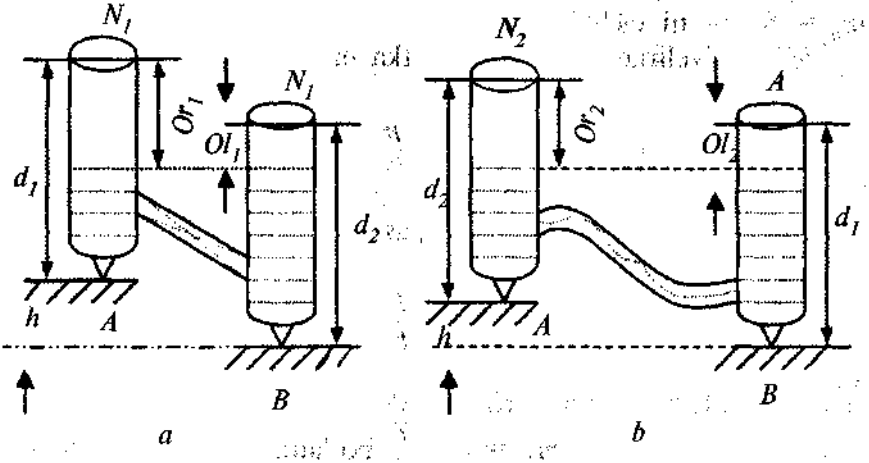
$$h = (d_1 - Or_1) - (d_2 - Ol_1)$$

yoki

$$h = (Ol_1 - Or_1) + (d_1 - d_2),$$

bu yerda Or_1 va Ol_1 – orqadagi va oldindagi idishlardan olingan sanoqlar;

d_1 va d_2 – idishlar balandligi.



53-rasm.

Idishlar o'rnini almashtirgan holatda (53- *b* rasm)

$$h = (d_2 - Or_2) - (d_1 - Ol_2) \qquad (a)$$

yoki

$$h = (Ol_2 - Or_2) - (d_1 - d_2) \qquad (b)$$

d_1 va d_2 larning farqi asbobning nol o'rni hisoblanadi. (*a*) va (*b*) ifodalar yig'indisidan quyidagini yozish mumkin:

$$h = \frac{(Ol_1 - Or_1) + (Ol_2 - Or_2)}{2}$$

va

$$HO' = d_1 - d_2 = \frac{(Ol_1 - Or_1) + (Ol_2 - Or_2)}{2}. \qquad (VI.22)$$

Bundan nisbiy balandlik (h) ni aniqlash o'rta kvadratik xatoligi

$$m_h^2 = \frac{1}{4}\left(m_{Ol_1}^2 + m_{Or_1}^2 + m_{Ol_2}^2 + m_{Or_2}^2\right). \qquad VI.23)$$

$m_{Ol_1} \approx m_{Or_1} \approx m_{Ol_2} \approx m_{Or_2} = m_0$ deb qabul qilsak,

$$m_h = m_0,$$

ya'ni, gidrostatik asbobda aniqlangan nisbiy balandlik xatoligi bitta idishda olingan xatolikka teng.

Gidrostatik nivelirlash usulining asosiy xatolik manbalari quyidagilardan iborat:

1) idishdagi suyuqlikning kapilarlik xodisasi ta'siri;

2) sanoq olish qurilmasining suyuqlik bilan tutashishi;

3) asbobni nivelirlanayotgan yuzaga o'rnatishdagi yo'l qo'yiladigan xatolik;

4) bosim va temperaturaning o'zgarish ta'siri.

Hozirgi paytda idishlardagi suyuqliklarning temperatura o‘zgarishiga ta’sirini kamaytirish maqsadida tutashtirish shlanglari ustidan qo‘shimcha kattaroq diametrli shlanlar kiydirilgan.

Idishdagi suyuqlik sifatida asosan formalin yoki karboloid kislota qo‘shilgan suvdan foydalaniladi. Sovuq sharoitda spirt yoki antifrizdan foydalaniladi.

Turli xil konstruksiyadagi gidrostatik nivelirlar mavjud bo‘lib, ularda suyuqlik sathini belgilash turlicha amalga oshiriladi:

1. Kuzatish yo‘li bilan shkaladan sanoq olish. Qulayligi – idish konstruksiyasining soddaligi, kamchiligi – nisbatan kichik aniqlikni ta’minlashi (0,3–0,5 mm).

2. Kuzatuv-tutashma usulida sath holatini belgilash va sanoq olish. Bu usul idishdagi suyuqlik sathini yuqori aniqlikda (0,01 mm) o‘lchashni ta’minlaydi.

3. Suyuqlik sathi holatini belgilashning elektr tutashtirish usuli. Bu usulda nisbiy balandlikni o‘lchash yuqori aniqlikda (0,04 mm) ta’minlanadi va o‘lchash jarayonini avtomatlashtirishga imkon beradi.

4. Suyuqlik sathini belgilashda induktiv datchiklar qo‘llash usuli. Bu usulning afzalligi suyuqlik sathi haqida uzoqdan turib ma’lumot olish imkoniyati borligi hisoblanadi, lekin o‘lchash aniqligi tashqi ta’sirlar (temperatura, namlik)ga bog‘liq.

5. Suyuqlik sathini belgilashning po‘kak usuli. Bu usul o‘lchash jarayonini avtomatlashtirishga imkon beradi.

6. Fotoelektrik datchiklarni qo‘llash usuli. Bu datchiklar yuqori aniqlikni ta’minlash bilan birga, o‘lchash jarayonini avtomatlashtirishga imkon beradi.

Hozirgi kunda elektr tutashtirish va fotoelektrik usullarda sath holatini belgilashga asoslangan yuqori aniqlikdagi gidrostatik nivelirlar barpo qilingan bo‘lib, ular noyob inshootlar poydevorlari cho‘kishini kuzatishda keng qo‘llanilmoqda.

30-§. Konstruksiyalarni tik o'rnatish va tekshirish usullari

Qurilish konstruksiyalari va texnologik jihozlar o'qlarini tik holatda o'rnatish talab qilingan aniqlikka bog'liq ravishda turli xil usullarda amalga oshiriladi. Ipli shovun yordamida, teodolit bilan qiya proyeksiyalash yordamida, yonlama nivelirlash usulida, zenit asbobini optik tiklash usullari shular jumlasidandir.

Ipli shovunni qo'llash. Qurilish konstruksiyalarini tik holatda o'rnatishning eng sodda usuli ipli shovun yordamida amalga oshiriladi. Bu usulga ta'sir qiluvchi xatolik manbalaridan asosiysi bo'lgan ipning tebranishini kamaytirish uchun og'ir shovun qo'llaniladi.

Shovun ipi konstruksiyaning yuqori qismiga o'rnatilgan, katta bo'lmagan, 10–15 sm uzunlikdagi moslamaga osiladi va chizg'ich yordamida ustun chekkasidan ipgacha bo'lgan masofalar yuqori va poydevor qismida o'lchanadi. O'lchangan masofalar farqiga binoan ustun yotiqligining chiziqli qiymati aniqlanadi. Shovun yordamida tik o'rnatishning aniqligi, balandlikning 1/1000 qiymatini tashkil etadi. Bu usul konstruksiyalarning dastlabki montaj jarayonida qo'llaniladi.

Qiya nur bilan tik proyeksiyalash usuli. Ko'p hollarda konstruksiyalar o'qlarini tik o'rnatish va tekshirish teodolit yordamida bajariladi. Asbob konstruksiyadan ma'lum masofada o'rnatiladi (uning balandligidan kichik bo'lmagan masofada) va gorizontal holatga keltiriladi. Vizir o'qi konstruksiyaning pastki o'qlar belgisiga qaratiladi va qarash trubasini yuqoriga qaratib borib, konstruksiyaning yuqori qismida nuqta belgilanadi. Shunga o'xshash proyeksiyalash teodolitning boshqa doirasida ham amalga oshiriladi va ikki nuqtaning o'rtachasi belgilanadi. Bu nuqta bilan konstruksiya o'qi orasidagi masofa konstruksiyani qanchaga tiklash kerakligini ko'rsatadi.

O'qlarning tikligini tekshirish esa yuqoridagiga teskari ravishda, ya'ni yuqorigi o'q nuqtasi poydevorga proyek-

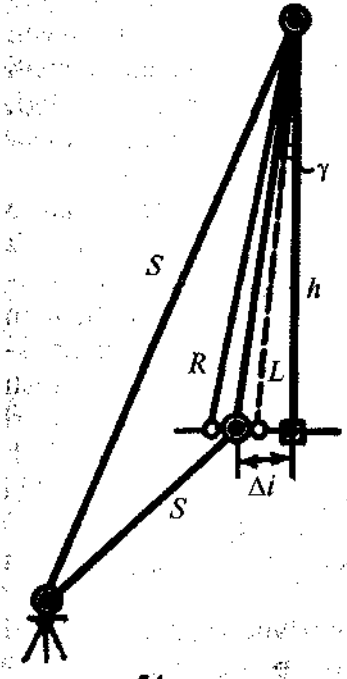
siyalanadi. Proyeksiyalangan nuqtaning loyihaviy o'qdan chetlashish qiymati Δl konstruksiya yotiqligining chiziqli qiymatini tavsiflaydi (54-rasm).

Nishablikning burchak qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\gamma = \frac{\Delta l}{h}\rho . \qquad \text{(VI.24)}$$

Bu usulning asosiy xatolik manbalari quyidagilardan iborat:

1) vizirlash xatoligining ta'siri (m_v);
2) teodolitni stvordan tashqariga o'rnatish ($m_{\Delta L}$);
3) teodllit vertikal o'qining og'ishi (m_o)
4) konstruksiya o'qlarini belgilash (m_δ);
5) refraksiya ta'siri (m_r).



54-rasm.

Teodolit aylanish o'qining og'ishi ko'proq ta'sir etuvchi xatolik manbayi hisoblanib, doiraning ikkita holatida vizirlashda ham bartaraf etib bo'lmaydi. Uning chiziqli qiymatini quyidagi ifoda orqali hisoblash mumkin:

$$m_0 = \frac{0{,}5\tau'' h}{\rho''}, \qquad \text{(VI.25)}$$

bu yerda h – o'qning yuqorigi nuqtasi balandligi;

τ – adilakning bo'lak qiymati.

Agarda bu xatolik oldindan berilgan bo'lsa, teodolit adilaginin kerakli bo'lak qiymatini (VI.25) ifodadan foydalanib hisoblash mumkin.

Masalan, $m_0 = 2$ mm va $h = 50$ m bo'lsa,

$$\tau = \frac{2 \cdot 206000}{0{,}5 \cdot 50000} = 16'',$$

ya'ni bu holatda T 2 teodolitini qo'llash mumkin bo'ladi.

Vizirlash xatoligi:

$$m_v = \frac{20''\sqrt{2}}{\vartheta}$$

yoki chiziqli qiymati

$$m_v = \frac{20''\sqrt{2}}{\vartheta} \cdot \frac{S}{\rho''},$$

bu yerda ϑ – qarash trubasining kattalashtirish darajasi.

Teodolit stvordan chekkaga o'rnatilganda yo'l qo'yiladigan xatolik o'q nuqtalarning (yuqori va pastki) joylashgan holatiga bog'liq. Agarda tekshirilayotgan yuqorigi va pastki nuqtalar bitta tik chiziqda joylashsa, teodolitni ixtiyoriy joyga (qayerdan nuqtalar yaxshi ko'rinsa) o'rnatish mumkin.

Agarda yuqorigi va pastki nuqtalar bitta chiziqda joylashgan bo'lsa, u holda teodolit stvorga o'rnatilishi shart.

Bulardan tashqari qiya proyeksiyalash usulida o'qlarni konstruksiyada belgilashdagi yo'l qo'yiladigan xatolikni ham hisobga olish kerak bo'ladi. Bu xatolikning qiymati, odatda, 1–2 mm dan oshmaydi.

O'qlarni tik proyeksiyalashda vizir chizig'i ko'pincha temir va temir-beton kontruksiyalarining yaqinidan o'tadi. Bu esa yonlama refraksiyaning katta ta'sir ko'rsatishiga olib keladi.

Umumiy xatoliklar yig'indisini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m_2 = m_0^2 + m_v^2 + m_b^2 + m_G^2.$$

Yonlama nivelirlash usuli. Qurilish konstruksiyalarining tikligini tekshirishda yonlama nivelirlash usuli ham ko'p

qo'llaniladi. Tekshirilayotgan ustunlar qatori o'qidan l masofada, unga parallel ravishda o'q o'tkaziladi va boshlang'ich va oxirgi nuqtalari joyda mahkamlanadi. Bu nuqtalarga teodolit va vizirlash markasi o'rnatiladi va markazlashtiriladi. Teodolit markaga qaratiladi va qarash trubasi pastga va yuqoriga harakatlantirilishi bilan ustunga perpendikular qo'yilgan (pastki va ustki nuqtalarga) reykalardan sanoq olinadi.

Ustunning yuqorgi va pastki nuqtasida o'rnatilgan reykalardan olingan sanoqlar farqi uning ko'ndalang og'ish qiymatini ifodlaydi:

$$\Delta l = b_P - b_{yu}. \qquad \text{(VI.26)}$$

Ustuning planli o'rnatish aniqligini esa quyidagi ifoda yordamida hisoblash mumkin:

$$\Delta Q = l - b_P . \qquad \text{(VI.27)}$$

Yonlama nivelirlash usulining asosiy xatoliklari quyidagilar hisoblanadi:

1) parallel stvorni tuzish xatoligi (m_l);

2) teodolitni markazlashtirish va vizir markasini reduksiyalash xatoligi ($m_{m,r}$);

3) asbobni gorizontal holatga keltirishdagi xatolik (m_G);

4) reykaning nishablik xatoligi (m_h);

5) reykadan sanoq olish xatoligi (m_s);

6) refraksiya ta'siri xatoligi (m_r).

Konstruksiyalarning qiyaligini aniqlashda oxirgi 4 ta xatoliklar asosiy ta'sir ko'rsatadi. Birinchi xatoliklar pastki va yuqorigi sanoqlarda bir xil bo'lgani uchun o'zaro bir-birini istisno etadi.

Shuning uchun

$$m_{\Delta_l}^2 = m_G^2 + 2m_0^2 + 2m_h^2 + m_p^2. \qquad \text{(VI.28)}$$

Asbobni gorizontal o'rnatilmagandagi xatolikning sanoqqa ta'sirini quyidagi ifoda orqali hisoblash mumkin:

$$m_G = \frac{0{,}5\tau h}{\rho},$$

bu yerda h – konstruksiya balandligi, h = 20 m, τ = 15" bo'lsa, m_G = 0,7 mm bo'ladi.

Reykaning nishablik xatoligi quyidagicha hisoblanadi:

$$m_h = \frac{b\upsilon^2}{2\rho^2}, \qquad \text{(VI.29)}$$

bu yerda b – reykadan olingan sanoq;

υ – reykaning og'ish burchagi.

Sanoq olish xatoligini quyidagi empirik ifoda orqali hisoblash mumkin:

$$m_0 = 0{,}03t + 0{,}2\frac{l}{\nu}, \qquad \text{(VI.30)}$$

bu yerda t – reykaning bo'lak qiymati;

ν – qarash trubasining kattalashtirish darajasi,

t = 10 mm, l = 75 mm, ν = 25$^\times$ bo'lsa, m_0 = 0,9 mm bo'ladi.

Refraksiya xatosini m_G = 0,5 mm desak, m_{Δ_l} = 1,7 mm bo'ladi.

Optik tiklash usuli. Ko'p qavatli binolar va baland inshootlar qurilishida bir montaj gorizontidan ikkinchisiga planli gorizontlar uzatishda hamda konstruksiyalarning tikligini tekshirishda tik proyeksiyalovchi optik zenit-asboblar qo'llaniladi.

Zenit-asboblari quyidagi asosiy qismlardan tuzilgan: qarash trubasi, ikkita o'zaro perpendikular yuqori aniqlikdagi adilak (τ = 3–5"), optik markazlashtiruvchi taglik. Qarash trubasining kattalashtirish darajasi 30–40$^\times$.

Kompensatsiyali nivelirlar: Ni 007 bazasida ishlangan lazer zenit asboblari istiqbolli hisoblanadi.

Tajribalarga asosan, 100 m balandlikkacha bo'lgan inshootlarni kuzatishda zenit-asboblari aniqligini quyidagi ifoda orqali hisoblash mumkin:

$$m = 0{,}5 \cdot 10^{-5} h. \qquad \text{(VI.31)}$$

Optik tiklash usulining asosiy xatoliklari quyidagilardan iborat:

1) boshlang'ich punktga asbobni markazlashtirish (m_m);

2) vizirlash chizig'ini kompensator yordamida tik holatda o'rnatish (m_l);

3) markaga vizirlash (m_v) yoki shtrixli paletkadan sanoq olish (m_o);

4) tashqi muhit ta'siri (m_t);

5) nuqtani belgilash (m_b).

Umumiy holda,

$$m^2 = m_m^2 + m_l^2 + m_v^2 + m_t^2 + m_b^2. \qquad \text{(VI.32)}$$

Optik markazlashtirgich bilan jihozlangan asbobni markazlashtirish xatoligi, odatda, $m_m = 0{,}5$ mm bo'ladi.

Zenit-asbobini gorizontal o'rnatish xatoligi:

$$m_k = \frac{0{,}2\tau h}{\rho},$$

$m_k = 1''$ va $h = 100$ m bo'lsa $m_k = 0{,}5$ mm bo'ladi.

Vizirlash xatoligini quyidagicha qabul qilish mumkin:

$$m_v = \frac{30}{\vartheta} = 1'',$$

yoki uning chiziqli qiymati $h = 100$ m bo'lganda,

$$m_v = \frac{30}{\vartheta} \cdot \frac{h}{\rho} = 0{,}5 \text{ mm}.$$

Paletkadan sanoq olish xatoligi

$$m_0 = 0{,}015t + \frac{0{,}13h}{\vartheta},$$

bu yerda t – paletkaning bo'lak qiymati; h –balandlik, h = 100 m; ϑ = 31,5; t = 100 mm bo'lganda m_0 = 0,56 mm bo'ladi.

Tashqi muhit ta'sirini m_T = 0,5 mm deb qabul qilish mumkin.

Barcha xatolik manbalari yig'indisini esa

$$m = 0{,}5\sqrt{5} = 1{,}1 \text{ mm}$$

tashkil etadi.

Nazorat savolari

1. Montaj jarayonidagi geodezik tayyorgarlik ishlari tarkibini aytib bering.
2. Ijroiy plan olishda nimalarga ahamiyat berish talab etiladi?
3. Inshootning texnologik o'qi qanday tanlanadi?
4. Inshoot o'qlari joyda qanday mahkamlanadi?
5. Texnologik o'qlar qanday nazorat qilinadi?
6. Qurilish konstruksiyalarini planli o'rnatishning qanday usullari mavjud?
7. Struna usulning mohiyatini aytib bering.
8. Optik-struna usulining mohiyatini ayting.
9. Optik vazirlash usulining mohiyatini tushuntiring.
10. To'g'ri chiziq bo'ylab o'rnatishning yuqori aniqlikdagi usullarini aytib bering.
11. Kollimator usuli nima maqsadda qo'llaniladi?
12. Avtokollimatsiya usulining mohiyatini tushuntirib bering.
13. Difraksiya usulining mohiyatini tushuntirib bering.
14. Konstruksiyalarni balandlik bo'yicha o'rnatishda qanday usullar qo'llaniladi?
15. Geometrik nivelirlashning mohiyatini tushuntirib bering.
16. Mikronivelirlashning mohiyatini tushuntirib bering.

17. Mikronivelir qanday maqsadda qo'llaniladi?
18. Gidrostatik nivelirlash qanday hollarda qo'llaniladi?
19. Gidrostatik nivelirlashda nisbiy balandlik qanday hisoblanadi?
20. Gidrostatik nivelirlashda nol o'rni qanday hisoblanadi?
21. Gidrostatik nivelirlashda suyuqlik sathini aniqlashda qanday usullar qo'llaniladi?
22. Konstruksiyalarni tik o'rnatishning qanday usullari mavjud?
23. Ipli shovun qo'llash usulining mohiyatini tushuntirib bering.
24. Qiya nur bilan tik proyeksiyalash usulining mohiyatini tushuntirib bering.
25. Yonlama nivelirlash aniqligiga qanday xatoliklar ta'sir etadi?
26. Optik tiklash usulining mohiyatini tushuntirib bering.
27. Zenit-asboblari nima maqsadda qo'llaniladi?
28. Optik tiklash usuli aniqligiga ta'sir qiluvchi xatoliklar manbalarini aytib bering.

Tayanch so'zlar: *indikator, alinometr, kollimator, avtokollimatsiya, difraksiya, interferensiya, mikronivelir, mikronivelirlash, kapilarlik, induktiv datchiklar, fotoelektrik datchik, yonlama nivelirlash, zenit-asbob.*

VII BOB. IJROIY PLAN OLISHLAR. BOSH IJROIY PLAN TUZISH

31-§. Ijroiy plan olishlar

Inshootlar loyihasini joyga ko'chirish aniqligini belgilashda qurilish jarayonida yo'l qo'yilgan barcha chetlanishlarni (loyihadan) hamda qurilgan obyektlarning haqiqiy koordinatalari va otmetkalarini aniqlashda ijroiy plan olishlar amalga oshiriladi. Ijroiy plan olishlar qurilish jarayonida, uning ba'zi bir bosqichlari tugatilgandan keyin bajarilib boriladi va tayyor inshootni planini olish bilan tugatiladi.

Ijroiy plan olishning geodezik asosi bo'lib, quyidagilar xizmat qiladi:

1) alohida bino va sexlar uchun – poydevor o'qlarining joyda mahkamlangan uchlari va ishchi reperlar tarmoqlari;

2) qurilish maydoni miqyosida – rejalash asosi punktlari, qo'shimcha poligonometriya va nivelirlash yo'llari;

3) qurilish maydoni chekkasida – geodezik asos punktlari hamda maxsus barpo etilgan planli va balandlik tarmoqlari.

Ijroiy plan olish, odatda, geodezik asos punktlaridan quyidagi usullar yordamida amalga oshiriladi: qutbiy usul, perpendikular va stvor, burchak va masofa kesishtirish usullari.

Ijroiy plan olishda asosiy e'tibor inshootning yashirin elementlariga qaratiladi, kotlovanlar, poydevorlar, yer osti quvuro'tkazgichlar, kabellar va shu kabilarga.

Yer osti kommunikatsiyalarida burilish burchaklari, quduqchalar markazlari, boshqa kommunikatsiyalar bilan kesishish joylarining koordinatalari aniqlanadi. Quvurlar diametrlari va quduqlar orasidagi masofalar o'lchanadi. Nivelirlash orqali kotlovan va transheyalar va quvurlar ustki qismining otmetkalari topiladi.

Yo'l tarmoqlarida qayrilma elementlari, qayrilish burchaklari, kesishish va tutatish nuqtalari, temiryo'l o'tkazish qurilmalari markazlari, relslar otmetkalari tekshiriladi.

Tik tekislashda bajariladigan ijroiy plan olish yuzani nivelirlash usulida bajariladi. Ochiq joylarda nivelirlash tomonlari 10–20 m kvadratlar orqali amalga oshiriladi.

Aylana shaklidagi inshootlar markazining koordinatalari va radius uzunligi aniqlanadi. Konstruksiyalar holatini aniqlashda an'anaviy usullar: qutbiy, kesishtirish, perpendikular, stvor va boshqalar qo'llaniladi.

Kolonnalar, panellar va boshqa shu kabi konstruksiyalar tikligini aniqlashda qiya proyeksiyalash va yonlama nivelirlash usullaridan foydalaniladi.

Texnologik ashyolar holatini ijroiy planga olish rejalash tarmoqlari punktlariga nisbatan geodezik usullarda bajariladi.

Ko'pchilik hollarda inshootlar va ashyolar joylashishini tavsiflash uchun turli xildagi tashkil qiluvchi yuzalar ehtimoli hisoblanadi. To'g'ri chiziqli ko'rinishdagi inshootlar uchun ehtimoliy to'g'ri chiziq parametrlari hisoblanadi:

$$y = Ax + C. \qquad \text{(VII.1)}$$

A va C qiymatlarni topish uchun normal tenglamalar tizimi yechiladi:

$$\left.\begin{aligned}[xx]A + [x]C - [xy] = 0,\\ [x]A + nC - [y] = 0,\end{aligned}\right\} \qquad \text{(VII.2)}$$

bu yerda x va y — nuqtalar abssissa va ordinatalari;

n — kuzatilayotgan nuqtalar soni.

Har qanday nuqtaning to'g'ri chiziqdan chetlashishi quyidagi tenglama orqali hisoblanadi:

$$\Delta y_J = y_J - Ax_J - C, \qquad \text{(VII.3)}$$

bu yerda y_J—J nuqta ordinatasi.

Konstruksiyalar va ashyolarning balandlik bo'yicha holatini tavsiflash uchun ehtimoliy yuza ko'rinishida tashkil etuvchi hisoblanadi

$$A_x + B_y + C = N, \qquad \text{(VII.4)}$$

bu yerda x, y, N — nuqtalar koordinatalari;

A, B, C parametrlar kichik kvadratlar usulida hisoblanadi.

Ijroiy plan bilan bir vaqtda loyihadan chetlashishlar jurnali tuzib boriladi. U yerda har bir inshoot bo'yicha, uning asosiy elementlari, tavsifli nuqta va tekisliklarining balandligi hamda balandlik holatining loyihaviy holatidan chetlashish o'lchamlari ko'rsatib boriladi.

Qurilish konstruksiyalarining yo'l qo'yarli o'rta kvadratik xatoligi quyidagicha hisoblanadi:

$$m = \frac{1}{5}\delta, \qquad \text{(VII.5)}$$

bu yerda δ — konstruksiya holatining loyihadan chetlanish cheki.

32-§. Ijroiy bosh planlarni tuzish

Bosh plan loyihasi bino va inshootlarning loyihasini tayyorlash jarayonida tuziladi va u loyihani joyga ko'chirishda asosiy hujjat bo'lib hisoblanadi.

Ijroiy bosh plan esa doimiy va vaqtincha inshootlar qurilishi tugagandan so'ng, ijroiy plan olish natijalariga asosan tuziladi.

Agarda bosh planda binolar devor o'qlari orqali ko'rsatiladigan bo'lsa, ijroiy bosh planda bino va inshootlar egallab turgan haqiqiy maydonlari, turtib chiqib turgan joylari, kyuvetlar va boshqalar to'liq ko'rsatiladi.

Joriy va tugallangan ijroiy bosh planlar mavjud.

Joriy ijroiy bosh plan qurilish boshlang'ich bosqichidan tuzib boriladi va qurilish jarayonidagi doimiy, yordamchi va vaqtincha qurilayotgan bino va inshootlarni to'liq ifoda etib boradi.

Bu bosh plan qurilish jarayonida sodir bo'ladigan barcha masalalarni yechishda asos bo'lib xizmat qiladi.

Joriy bosh ijroiy plan yer osti kommunikatsiyalari qurilishida muhim ahamiyatga ega. Yerga yotqizilgan kommunikatsiya planiga ega bo'lgan holdagina mexanizmlar ishini to'g'ri tashkil qilish mumkin va yangi handaklar (transheya) qazishda avval yotqizilgan tarmoqlarga zarar yetkazilmaydi.

Joriy bosh plan qurilish maydonining o'lchami va inshoot murakkabligiga bog'liq ravishda 1:1000 yoki 1:2000 masshtabda, shartli koordinatalar tizimida tuziladi.

Joriy bosh plan asosida qurilishning navbatdagi plani tuziladi. Bu planga quriladigan barcha doimiy va vaqtincha bino va inshootlar tushiriladi. Navbatchi plan masshtabi shunday tanlab olinadiki, qurilayotgan inshootning barcha qismlari to'liq ifodalanishi va undan foydalanish qulay bo'lishi talab etiladi.

Tugallangan ijroiy plan qurilish jarayoni tugagandan so'ng tuziladi. Planga barcha loyihaga binoan qurilgan doimiy bino va inshootlar tushiriladi. Tugallangan bosh plan qurilgan bino-

ning asosiy hujjati hisoblanadi va unga asosan binodan foydalanishga, ta'mirlash va kengaytirishga taaluqli bo'lgan barcha injenerlik masalalari yechiladi. Shu sababli u katta aniqlikda, to'liq va batafsil tuzilishi kerak. Bu plan ijroiy plan olish natijalariga binoan tuziladi.

Tugallangan ijroiy bosh plan tarkibida 1:1000–1:2000 masshtabdagi umumiy bosh plan, 1:200–1:500 masshtabdagi alohida ashyolar va murakkab qismlar bosh plani va 1:1000–1:2000 masshtabdagi kommunikatsiyalarning maxsus planlari kiradi.

Ijroiy bosh plan muhim hujjat hisoblanganligi uchun u yagona nusxada tuziladi va ko'paytirish mumkin emas.

Umumiy bosh planga quyidagilar tushiriladi:

a) barcha saqlanib qolgan triangulatsiya, poligonometriya, qurilish to'ri punktlari va reperlar;

b) loyihalashtirilgan relef;

d) loyihaga asosan qurilgan barcha bino, inshootlar va kommunikatsiyalar;

e) ko'kalamazorlashtirish zonalari, ombor maydonchalari, to'siqlar va boshqalar.

Yer osti tarmoqlarida barcha quduqchalar, tarmoqlarning binoga kirish joylari beriladi.

Bino va inshootlar koordinatalari va otmetkalari yozish mumkin bo'lgan joylarda ko'rsatiladi. Murakkab qismlar ijroiy bosh planda yirik masshtablarda (1:200 va 1:500) inshootning barcha qismlari, poydevorlar, quvuro'tgazgich va kabel tarmoqlari tushiriladi.

Binolar poydevorida ularning cho'kishini kuzatish uchun o'rnatilgan cho'kish markalari, reperlar va planli belgilarning joylashish sxemasi ko'rsatiladi.

Maxsus ijroiy bosh planda binolarning to'liq sonli tavsifi beriladi.

Umumiy holda ularni quyidagilarga bo'lish mumkin:

1) gorizontal va tik tekislash;

2) kanalizatsiya;

3) suvo'tkazgich va issiqlik tarmoqlari;

4) texnologik quvuro'tkazgichlar;

5) osma tarmoqlar.

Bosh planni tuzishning umumiy tartibi quyidagidan iborat:

a) barcha geodezik asos punktlari planga tushiriladi; binolar va yo'llar; yer osti va yuzadagi kommunikatsiyalar; tafsilotlar;

b) relef ifodalanadi;

d) rasmiylashtirish ishlari amalga oshiriladi.

Avval barcha konturlar va raqamlar qalam bilan bajariladi, to'g'riligiga ishonch hosil qilingandan keyin tegishli ranglarda tush bilan rasmiylashtiriladi.

Ijroiy bosh planga quyidagilar ilova qilinadi:

a) geodezik asos tarmoqlari sxemasi, punktlar koordinatalari katalogi va reperlar otmetkalari vedomostlari;

b) barcha dala geodezik hujjatlari;

d) qurilish jarayonidagi geodezik ishlar va cho'kishni kuzatish ma'lumotlari haqidagi izohlar.

Nazorat savollari

1. Ijroiy plan olish nima uchun amalga oshiriladi?
2. Ijroiy plan olishning asosi bo'lib nimalar xizmat qiladi?
3. Ijroiy plan olishda asosiy e'tibor nimalarga qaratiladi?
4. Ijroiy bosh plan nimaga asosan tuziladi?
5. Bosh plan bilan ijroiy bosh planning farqi nimada?
6. Ijroiy bosh plan qanday turlarga bo'linadi?
7. Joriy bosh ijroiy plan qanday maqsadda tuziladi?
8. Qurilish jarayoni tugagandan keyin qanday plan tuziladi?
9. Ijroiy bosh planga qanday hujjatlar ilova qilinadi?

Tayanch so'zlar: *ijroiy plan, joriy plan, tugallangan bosh plan, ijroiy bosh plan, texnologik quvuro'tkazgich, osma tarmoqlar, kommunikatsiya.*

VIII BOB. INSHOOTLAR CHO'KISHINI ANIQLASHNING GEODEZIK USULLARI

33-§. Inshootlar deformatsiyasi haqida umumiy ma'lumotlar

Deformatsiya turlari. Inshootlar deformatsiyasi ularning poydevoriga va inshootning o'ziga turli xil tabiiy va texnogen omillar ta'sir etishi natijasida yuzaga keladi. Inshoot va binolar deformatsiyasi asosan ular poydevoridagi tuproq qatlamining xarakatiga bog'liq. Bu harakatlar tik va gorizontal holatda yuzaga kelishi mumkin.

Poydevorlarning tik deformatsiyasi quyidagilarga bo'linadi:

Cho'kish deformatsiyalari poydevor tagidagi tuproqning tashqi ta'sir va alohida holatlarda tuproqning o'z og'irligi ta'sirida zichlashishi natijasida yuzaga keladi va bunda tuproq tarkibi tubdan o'zgarmaydi.

Siqilish deformatsiyalari tuproqning zichlashishi natijasida yuzaga keladi va tashqi ta'sir sababli tuproq tarkibi tubdan o'zgarishiga olib keladi, masalan, tuproqning namlanishi, muzlagan tuproqning erishi va hokazolar.

Bo'rtish deformatsiyalari tuproq qatlamiga turli kimyoviy moddalar ta'sirida yoki uning namligi, temperatutasi o'zgarishi natijasida tuproq hajmining o'zgarishi natijasida yuzaga keladi.

O'tirish deformatsiyalari yer osti qazilma boyliklarini qazib olish, gidrogeologik sharoitning o'zgarishi natijasida yuzaga keladi.

Poydevor cho'kishining matematik tavsifi poydevorning boshlang'ich va cho'kish sodir bo'lgandan keyingi tekisliklari oralig'idagi tik kesma bilan ifodalanadi.

Agarda bu kesmalar inshoot poydevorining barcha burchaklarida teng bo'lsa, bunday cho'kish *bir tekisda cho'kish* deyiladi, agarda kesmalar teng bo'lmasa *notekis cho'kish* hisoblanadi. Shunday qilib, bir tekisda cho'kish inshootning barcha qismiga bo'lgan tashqi muhit ta'siri bir xilda bo'lgan hamda poydevor tagidagi tog' jinslarining bir xilda siqilishi natijasida yuzaga kelishi mumkin. Bu holat amalda kam uchraydi.

Notekis cho'kishlar inshoot qismlariga turli xil ta'sir ko'rsatilishi va tuproqning turlicha siqilishi natijasida yuzaga keladi va bu holat bino va inshootlarning og'ishiga, egilishi va boshqa xil o'zgarishlariga olib keladi. Bu o'zgarishlar sezilarli darajada bo'lganda bino poydevorlari va devorlarida yorilishlar paydo bo'lishi mumkin.

Inshootning o'z og'irligi natijasida sodir bo'ladigan cho'kishlar tuproq qatlamining siqilib borishi natijasida ma'lum vaqtdan keyin to'xtaydi.

Bunda odatdagiday, qumli tuproqlarda cho'kish katta tezlikda harakatlanadi va tez to'xtaydi. Loy tuproqli joylarda esa teskari holatda, ya'ni sezilarli bo'lmagan tezlikda boshlanib, ko'p yillar davomida tugamaydi.

Bir tomonlama kuch ta'sirida (masalan, suv bosimi) inshootlarning gorizontal siljishi sodir bo'ladi.

Bino va poydevorlarning birgalikdagi siljishi quyidagi parametrlar orqali ifodalanadi:

a) alohida poydevor yoki qurilish blokining to'liq cho'kishi S;

b) bino va inshootlar poydevorining o'rtacha cho'kishi $S_{o'r}$;

d) poydevor nuqtalarining notekis cho'kishi ΔS;

e) nisbiy notekis cho'kish $\frac{\Delta S}{l}$, ya'ni poydevor ikki nuqtasi orasidagi cho'kish farqining nuqtalar orasidagi masofaga nisbati;

f) poydevor nishabligi i, ya'ni cho'kish farqi ΔS ning poydevor eni yoki uzunligiga nisbati. Poydevor nishabligi inshootning og'ishiga (kren) olib keladi.

g) inshootning burilish burchagi x;

h) inshootning gorizontal siljishi u.

Deformatsiyani kuzatish, inshoot qurilishi boshlangan vaqtdan, to undan foydalanishning birinchi yillarigacha davom ettiriladi. Bunda kuzatish bosqichlari bir oraliqlarda olib borilishiga harakat qilinadi. Bino va inshootlar poydevorlari va konstruksiyalarining siljishi va cho'kishini geodezik kuzatish

maxsus texnik vazifaga binoan bajariladi. U yerda quyidagilar ko'rsatiladi:

a) bino va inshootlarning kuzatilishi kerak bo'lgan qismlari;

b) boshlang'ich reperlar va cho'kish markalarining joylashishi;

d) kuzatish davriyligi;

e) talab qilingan aniqligi;

f) hisobot hujjatlarining ro'yxati.

Poydevor va binolar deformatsiyasini kuzatish natijalari, bino va inshootlarning qanchalik mustahkamligini aniqlashga hamda cho'kish sodir bo'lishining oldini olishga imkon beradi.

Deformatsiya sabablari. Yuqorida ko'rsatilganidek, poydevorlar deformatsiyasi unga tabiiy va texnogen omillar ta'siri natijasida yuzaga keladi.

Tabiiy omillarga quyidagilarni keltirish mumkin:

1) tog' jinslarining turli xil injener-geologik va gidrogeologik hodisalarga moyilligi;

2) tog' jinslarining sovuqda muzlash va muzlagan jinslarning erishi;

3) gidrometrik sharoitning o'zgarishi, ko'p yillik temperatura, namlik va yer osti suvi sathining o'zgarishi.

Texnogen omillarga quyidagilar kiritiladi:

1) inshootning o'z og'irligi ta'siri;

2) yer osti suvlarining sun'iy ravishda ko'tarilish va pasayishi sababli tog' jinslari xususiyatini o'zgartirishi;

3) yer osti ishlari natijasida poydevorning zaiflashishi;

4) binoga qo'shimcha qavat qurilishi yoki yonidan yangi bino barpo etilishi natijasida, poydevorga bo'lgan bosim (kuch) o'zgarishi;

5) turli xil agregatlar ishlashi, transportlar harakati sababli poydevor tebranishi.

Shular bilan birga inshoot deformatsiyasiga poydevor shakli, o'lchamlari va mustahkamligi ham ta'sir qiladi.

34-§. Katlovan tagi bo'rtishini va cho'kish voronkasi o'lchamlarini aniqlash

Kotlovan tagi bo'rtishini o'rganish. Poydevor siljishini kuzatish, qurilish kotlovanidan tabiiy bosim (tuproq qatlami) olib tashlangandan keyin, uning tag qismi bo'rtishini o'rganishdan boshlanadi. Chuqur kotlovanlar qazilganda tog' jinslariga bo'lgan tabiiy bosim o'zgaradi va buning natijasida kotlovan tag qismida ko'tarilish kuzatiladi.

Kotlovan tagi bo'rtishini kuzatishdan maqsad turli xil nuqtalardagi ko'tarilishni ta'riflovchi ma'lumotlar yig'ishdir. Bu ma'lumotlar poydevorning keyingi cho'kishi haqida kengroq o'rganishga imkon beradi. Katta gidrotexnik inshootlar qurilishida 20–50 m chuqurlikda kotlovanlar qaziladi. Bunday kotlovanlar tag qismining bo'rtish qiymati bir necha santimetrdan 20–30 sm gacha borishi mumkin.

Qurilish maydonidagi kotlovanlarning ko'tarilish qiymatini o'lchash uchun avvaldan belgilangan joyda quduq qaziladi va unga maxsus konstruksiyadagi marka o'rnatiladi. Quduq chuqurligi quyidagicha hisoblanadi:

$$H_k = H_1 - (H_2 - 0{,}8). \qquad \text{(VIII.1)}$$

Bu yerda H_1 – quduqning ustki qismi otmetkasi;
H_2 – katlovan tagining otmetkasi.

Kuzatish markasi quduq orqali tushirilgandan keyin invar ruletka yordamida yaqinroq joylashgan reper otmetkasi unga uzatiladi. Nisbiy balandlikni uzatish aniqligi barcha tuzatmalarni kiritgandan keyin 1 mm o'rta kvadratik xatolik bilan tavsiflanadi.

Quduqlar geodezik asos punktlari bilan geodezik bog'lanadi va koordinatalari aniqlanadi.

Kotlovanni qazishda oldingi va keyingi holatlarda markaning aniqlangan koordinatalari farqi bo'rtish qiymatini ko'rsatadi. Ko'tarilish kotlovanning markazida kattaroq bo'lib, uning chekka qismlarida kichikroq bo'ladi.

Cho'kish voronkalari o'lchamini aniqlash. Inshootlar qurilishi jarayonida cho'kish nafaqat ularning pastki qismida, balki ular atrofida ham sodir bo'ladi. Bu hodisa yer qatlamining unga qurilgan barcha inshootlar bilan birga cho'kishiga olib keladi. Bu yerdan cho'kish voronkasining chegaralarini aniqlash, bino atrofida yuz berishi mumkin bo'lgan turli hodisalarning olidini olishga imkon beradi.

Muhim hisoblangan cho'kish voronkalari yer osti inshootlarini, ayniqsa katta tunnellar, plotinalar va boshqa gidrotexnik inshootlar qurilishida yuzaga keladi.

Cho'kish voronkalari o'lchamlarini aniqlashda va ularning keyingi o'sishini tavsiflash uchun qurilish obyektiga yaqin joylashgan bino poydevorlariga nivelir markalari o'rnatiladi. Markalar balandligini aniqlash bir nechta bosqichda nivelirlash asosi punktiga nisbatan bajariladi. Birinchi va oxirgi bosqich II sinf nivelirlash orqali bajarilishi maqsadga muvofiq. Birinchi bosqich yer ishlari boshlanishidan oldin amalga oshirilishi kerak. Nivelirlash ishlaridan tashqari yer osti suvining sathini, jinslarning namligi va boshqa omillarini kuzatib borish zarur.

35-§. Cho'kishni kuzatish belgilarini joylashtirish

Tik deformatsiyani o'lchash usullari. Deformatsiyani aniqlash uchun joylashtiriladigan belgilar holati qabul qilingan o'lchash usuliga bog'liq. Inshootlar va ular poydevorlarining cho'kishini kuzatish uchun quyidagi geodezik usullardan foydalaniladi:

a) qisqa vizir chiziqli (25 m gacha) geometrik nivelirlash;

b) qisqa vizir chiziqli (100 m gacha) trigonometrik nivelirlash;

d) gidrostatik nivelirlash;

e) fotogrammetrik va stereofotogrammetrik plan olish.

Noyob inshootlarni kuzatishda mikronivelirlash usuli ham qo'llanilishi mumkin.

Cho'kishning absolut qiymatini aniqlash uchun bosh-

lang'ich deb qabul qilingan reperda nivelirlash amalga oshiriladi. Nisbiy cho'kishlar inshootning nuqtalari orasidagi o'lchashlar farqidan olinadi.

Cho'kishni kuzatishda eng ko'p qo'llaniladigan usul yuqori aniqlikdagi geometrik nivelirlash hisoblanadi. Nivelirlash cho'kish markalari deb qabul qilingan belgilar bo'ylab amalga oshiriladi. Bu belgilar inshoot poydevoriga o'rnatilgan bo'lib, ular inshoot bilan birga tavsiflanadi, demak, ularni kuzatish orqali inshootning alohida qismlari cho'kishini aniqlashimiz mumkin.

Cho'kish markalari kuzatilayotgan inshootdan ma'lum masofada, cho'kish voronkasidan chekkada joylashgan reperlar tarmoqiga nisbatan aniqlanadi. Bu reperlarning balandlik holatlari barqarorligi cho'kishni kuzatish davomida saqlanib qolishi kerak.

Belgilarni joylashtirish loyihasi. Inshootlar alohida nuqtalarining tik va gorizontal siljishini aniqlashda cho'kish markalari va geodezik asos belgilarini joylashtirish asosiy ishlardan biri hisoblanadi. Siljishni aniqlash sifati va batafsilligi belgilarning to'g'ri joylashtirilganligi va soniga bog'liq.

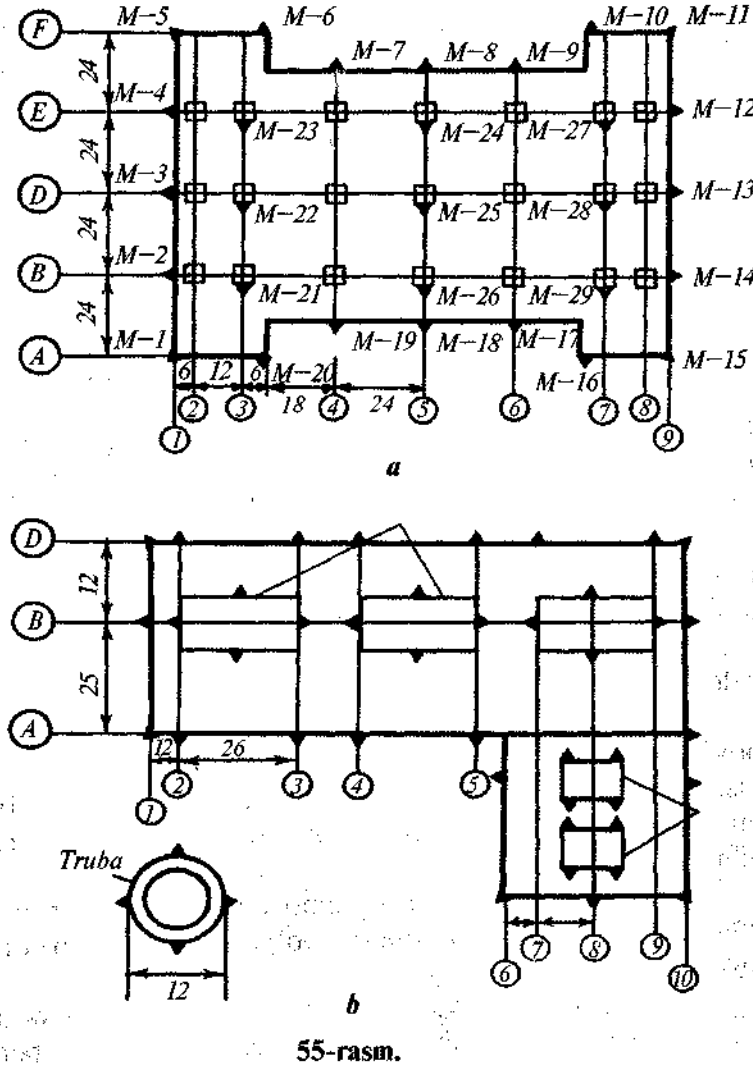
Inshootlarga kuzatish belgilarini joylashtirish loyihasi poydevor konstruksiyasi, gidrologik va geologik sharoitlarni hisobga olgan holda tuziladi. Cho'kish markalari iloji boricha bir xil sathda, binolar burchagiga joylashtirilishiga harakat qilinadi.

G'isht devorli yashash va jamoat binolari uchun cho'kish markalari poydevor perimetri bo'ylab, 10—15 m oraliqda joylashtiriladi.

Sanoat inshootlari va karkasdan bo'lgan yashash va jamoat binolari uchun cho'kish markalari ustunlarga bino perimetri bo'ylab joylashtiriladi.

Aylana shaklidagi inshootlar uchun to'rttadan kam bo'lmagan cho'kish markalari perimetr bo'ylab o'rnatiladi.

55- *a* rasmda devor va ustunlarga, 56- *b* rasmda esa issiqlik elektr stansiyalari agregatlariga cho'kish markalarini o'rnatishga misollar keltirilgan.



55-rasm.

Markalar joylashishi sxemasi bino va inshootlar poydevorlari planida loyihalanadi. Har bir marka tartib raqami bilan belgilanadi.

Cho'kish markalari turlari. Oddiy ko'rinishdagi marka 15 sm uzunlikdagi armatura yoki temir bo'lagidan iborat.

Yuqori aniqlikdagi kuzatishlar uchun esa turli xildagi shkalali markalar qo'llaniladi. Bu turdagi markalar reyka sifatida foydalaniladi va nivelirlash aniqligini oshiradi.

Boshlang'ich nivelirlash asosi. Qo'yilgan talab va kuzatish aniqligiga bog'liq bo'lgan holda quyidagi reperlar boshlang'ich (asos) bo'lib xizmat qilishi mumkin:

chuqurlikdagi fundamental reperlar — yerning mustahkam, turg'in qatlamiga o'rnatiladi;

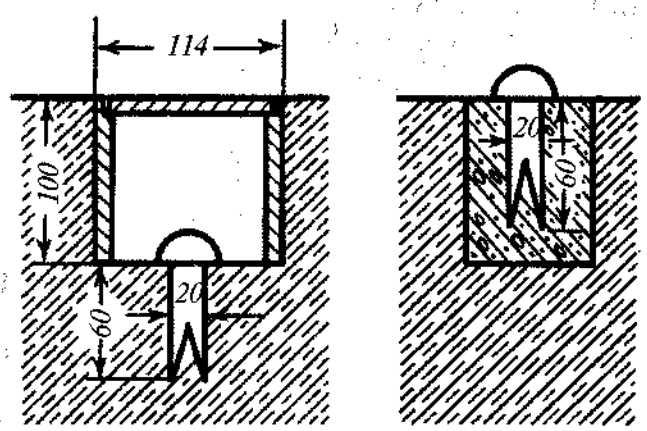
yer grunt reperlari — yerning muzlaydigan qatlamidan pastda o'rnatiladi;

devoriy belgilar — poydevor cho'kishi qariyib tugagan bino va inshootlar devoriga o'rnatiladi.

Yer va devoriy reperlar o'rnatiladigan bino va inshootlar ta'sir maydonchasidan tashqarida joylashgan bo'lishi kerak. Sanoat inshootlari uchun yer reperlarining inshootdan uzoqlashuvi 70—80 m dan kichik bo'lmasligi kerak. Gidrotexnik inshootlar qurilishida yer reperlari cho'kish zonasidan tashqarida joylashishi kerak. Odatda, ular daryoning ikkala qirg'og'iga 0,5—0,1 km masofada plotina stvoridan pastda joylashtiriladi. Yer ishchi reperlari imkoniyat boricha bino va inshootlar yaqiniga joylashtiriladi. Ayrim hollarda reperlar plotinalarning ham pastiga, ham ustki qismiga o'rnatiladi. Bunday reperlarni muntazam ravishda nivelirlash, suv omboridagi suvning ko'payib borishi mobaynida plotinaning mustahkamligi haqida bilib borishga imkon beradi.

Chuqurlikdagi reperlarga qo'yiladigan asosiy talab, ularning cho'kishini kuzatish davridagi mustahkamligi va barqarorligi hisoblanadi. Ishchi reperlarga bunday talab qo'yilmaydi. Ular o'zlarining mustahkamligini faqatgina ma'lum o'lchash siklidagina saqlashni talab etadi. Cho'kishni II va III sinf nivelirlash orqali o'lchashda boshlang'ich asos sifatida yer reperlari hamda bino va inshootlar devorlariga o'rnatilgan reperlarni qo'llashga ruxsat beriladi. Yer reperlarining soni uchtadan kam bo'lmasligi, devoriy belgilar esa to'rttadan kam bo'lmasligi kerak. Boshlang'ich (asos) reperlar o'rnatilgandan keyin ularning birortasiga yaqinroqda joylashgan geodezik balandlik tarmog'i nuqtasidan otmetka uzatiladi.

Reperlar turlari. 56-rasmda yer reperining eng ko'p tarqalgan turi ko'rsatilgan.



56-rasm.

Quvursimon yer reperlarining ustki qismi sferik shakldan iborat bo'lib, 50–80 mm diametrdagi quvursimon asosga mahkamlangan. Montaj vaqtida reper asosi tayyorlangan quduqqa tushiriladi va betonlanadi.

Joy sharoitiga mos ravishda turli xildagi reperlar qo'llanilishi mumkin.

Invar strunali reper, ikki strunali reper, bimetall reperlar shular jumlasidandir.

36-§. Inshootlar cho'kishini aniqlash

Geometrik nivelirlash usuli. Ko'pgina bir xil andazali inshootlar poydevorlari cho'kishini kuzatish aniqligi I yoki II sinf nivelirlash usuli yordamida ta'minlanadi.

Faqatgina ayrim hollardagina cho'kishni aniqlashda yuqori aniqlikda nivelirlashning maxsus usullari qo'llaniladi.

Nivelirlashning I sinf uslubida poydevor cho'kishini aniqlash asbobning ikki gorizontida, to'g'ri va teskari yo'na-

lishda, yuqori aniqlikdagi nivelirlar H-05 va Ni 002 yordamida bajariladi. Nivelirlashda invarli reyka qo'llaniladi.

Nivelirlash yo'li boshlang'ich (asos) reperdan boshlanib, shu reperda yoki boshqa reperda tugaydi. Vizirlash nuri uzunligi 25 m dan oshmasligi, uning yer yuzasidan yoki poldan balandligi 0,8 m dan kichik bo'lmasligi kerak. Ayrim hollarda, vizirlash nuri uzunligi 15 m dan oshmaganda, nurning balandligi 0,5 m bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Nivelirlash tashqi muhit qulay va reyka shtrixlari tasviri yetarlicha aniq ko'rinadigan sharoitda amalga oshiriladi.

Inshoot ichkarisida joylashgan markalarga otmetka uzatish deraza va eshik tirqishlari orqali uzatiladi. Issiq va sovuq havo oralig'ida nivelir o'rnatish tavsiya etilmaydi. Nivelirning i burchak qiymati 20" dan katta bo'lmasligi, stansiyalardagi yelka uzunligi farqi esa 0,4 m dan oshmasligi kerak.

Yopiq nivelirlash yo'lidagi yelka tengsizliklari yig'indisi 2 m gacha bo'lishiga yo'l qo'yiladi. Ikkita asbob gorizontidan olingan nisbiy balandliklar farqi 0,8 mm dan oshmasligi kerak.

Yuqori aniqlikda nivelirlashda stansiyada nisbiy balandlikni o'lchash xatoligi 0,1 mm ni tashkil etadi, nivelir yo'li yoki poligonlar bog'lanmaslik cheki quyidagi ifoda yordamida hisoblangan qiymatdan oshmasligi kerak:

$$f_{hl(\text{mm})} = 0{,}3\sqrt{n}, \qquad \text{(VIII.2)}$$

bu yerda n — stansiyalar soni.

Reperlar otmetkasini fasllardagi temperatura o'zgarishi sezilarli darajada o'zgartiradi. Shuning uchun fundamental reperlarning kuzatilayotgan poydevor bilan bir xil temperaturada bo'lishiga harakat qilinadi.

Ko'pgina sanoat inshootlarini kuzatishda nivelirlashning II sinf usulubi qo'llaniladi. U H-1, H-2 va Ni 007 turdagi nivelirlar yordamida bajariladi.

Nivelirlash bitta asbob gorizontida, to'qri va teskari yo'nalishda amalga oshiriladi. Vizirlash nuri balandligi yer

yuzasi yoki poydevordan 0,5 m dan kichik bo'lmasligi kerak. Nivelirdan reykalargacha bo'lgan masofalar farqi 1 m dan katta bo'lmasligi, yopiq yo'l uchun ularning yig'indisi 3–4 m dan katta bo'lmasligi kerak. Vizir chizig'i uzunligi 30 m dan oshmasligi kerak.

Yopiq poligondagi yoki I sinf punktlari orasidagi yo'l qo'yarli bog'lanmaslik quyidagicha hisoblanadi:

$$f_{h(\text{mm})} = 1{,}0\sqrt{n}, \qquad \text{(VIII.3)}$$

bu yerda n – stansiyalar soni.

Yer inshootlari hamda kuchli siqiladigan tuproqlarda barpo qilinadigan inshootlar cho'kishini kuzatish III sinf nivelirlash usulida bajarilishi mumkin. Bunda H3 va Ni 007 turdagi nivelirlar va ikki tomonlama santimetr bo'lakli reyka qo'llaniladi. Nivelirlash ikkita asbob gorizontida, bitta yo'nalishda bajariladi. Vizirlash nuri uzunligi 40 m dan oshmasligi kerak. Vizir chizig'i balandligi 0,3 m dan kichik bo'lmasligi, nivelirdan reykalargacha bo'lgan masofalar farqi 2 m dan oshmasligi, ularning nivelirlash yo'lidagi yig'indisi esa 5 m dan oshmasligi kerak. Nivelir yo'lining bog'lanmaslik cheki quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$f_{h(\text{mm})} = 2{,}0\sqrt{n}, \qquad \text{(VIII.4)}$$

bu yerda n – stansiyalar soni.

O'lchash natijalarini qayta ishlash odatdagidek, nivelirlash aniqligini baholash natijalariga va tenglashtirishdan olingan tuzatmalarga asosan amalga oshiriladi.

Stansiyadagi nivelirlashning o'rta kvadratik xatoligi quyidagicha hisoblanadi:

$$m_{hcm} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{[d^2]}{n}}, \qquad \text{(VIII.5)}$$

bu yerda d – stansiyadagi ikkilangan o'lchashlar farqi;

n – nivelir tarmog'idagi teng aniqlikdagi farqlar soni.

Yopiq nivelirlash poligoni yoki yo'llarining bitta stansiyasida m_{hst} va bir kilometrda η_{km} nisbiy balandlik xatoligi quyidagicha hisoblanadi:

$$m_{hct} = \sqrt{\frac{\left[\frac{f_h^2}{n}\right]}{N}} \qquad \text{(VIII.6)}$$

va

$$\eta_{km} = m_{hst}\sqrt{\frac{[n]}{[L]}},$$

bu yerda f_h – poligondagi yoki yo'ldagi bog'lanmaslik;

n – nivelirlash stansiyalari soni;

N – poligonlar yoki yo'llar soni;

$[L]$ – poligonlar yoki yo'llar uzunliklari yig'indisi.

Tenglashtirish natijalariga asosan 1 km yo'lning o'rta kvadratik xatoligi:

$$\eta_{km} = \sqrt{\frac{[\rho\vartheta^2]}{N-r}}, \qquad \text{(VIII.7)}$$

bu yerda N – tarmoqdagi barcha tomonlar soni;

r – tugun nuqtalar soni;

r – yo'l vazni $\left(p = \frac{1}{L}\right)$;

ϑ – tenglashtirishdan olinadigan tuzatma.

O'lchash aniqligi tenglashtirilgandan keyin cho'kish markalarining otmetkalari H hisoblanadi va cho'kish bo'yicha jadval tuziladi. Bunda quyidagilar aniqlanadi:

Oxirgi ikkita kuzatish sikli ($j-1$ va j) orasidagi cho'kish qiymati

$$S_{(j-1)} = H_1 - H_{j-1}; \qquad \text{(VIII.8)}$$

dastlabki kuzatuvdan boshlab cho'kishlar yig'indisi

$$S_j = H_j - H_0; \qquad \text{(VIII.9)}$$

poydevor nishabligi

$$i_{1,2} = \frac{\Delta S_{1,2}}{l_{1,2}}, \qquad \text{(VIII.10)}$$

bu yerda $l_{1,2}$ – poydevordagi *1* va *2* nuqtalar orasidagi masofa;

poydevor o'qi bo'ylab simmetrik egilish qiymati

$$f = \frac{2S_2 - (S_1 + S_3)}{2} \qquad \text{(VIII.11)}$$

va nisbiy egilish

$$f_{nis} = \frac{f}{l_{1,3}}, \qquad \text{(VIII.12)}$$

bu yerda S_1 va S_3 poydevor o'qidagi chekka markalar cho'kishi;

S_2 – o'rtadagi markalarning cho'kishi;

$l_{1,3}$ – chekka markalar *1* va *3* orasidagi masofa;

Cho'kishning o'rtacha oylik yoki o'rtacha yillik cho'kish tezligi (N marka uchun)

$$\vartheta = \frac{S_N}{t}, \qquad \text{(VIII.13)}$$

bu yerda t – oylarda yoki yillarda ifodalangan vaqti;

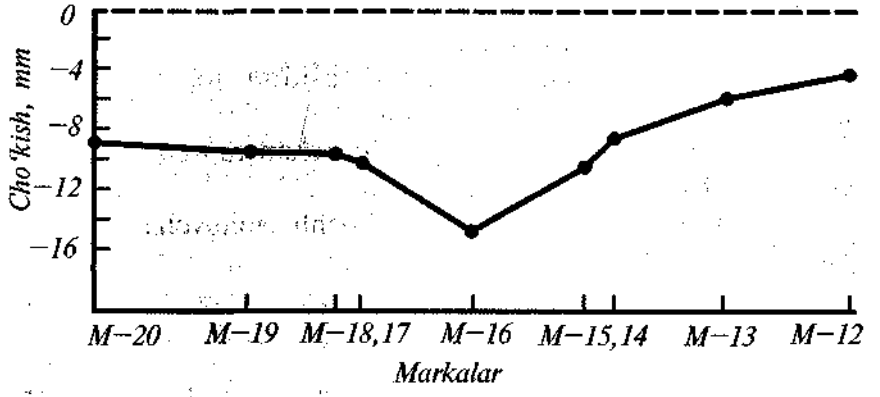
S_N – shu vaqt mobaynidagi cho'kishlar yig'indisi.

Barcha inshoot uchun o'rtacha cho'kish tezligi

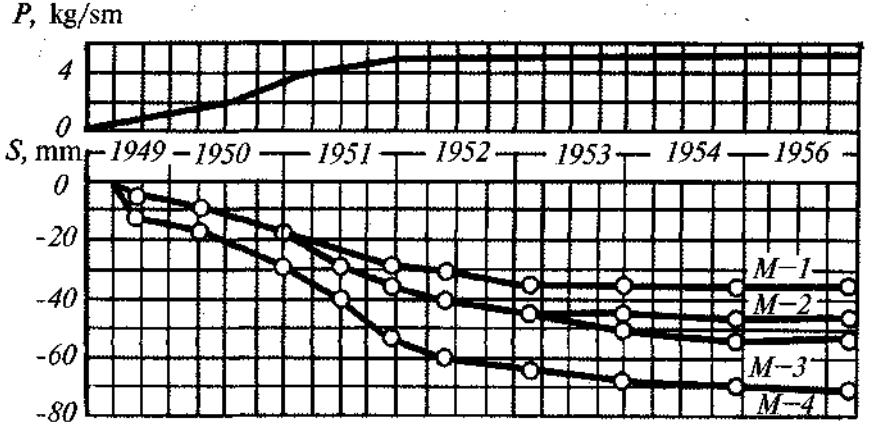
$$\vartheta_{o'r} = \frac{\sum_{1}^{r} \vartheta}{r}, \quad \text{(VIII.14)}$$

bu yerda r – kuzatilayotgan markalar soni.

Cho'kish jarayonini aniq ko'rsatish uchun bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'ylab profil tuziladi (57-rasm), poydevor markalarining birgalikdagi grafiklari (58-rasm), harakat va yer osti suvlarining o'zgarish grafiklari tuziladi.



57-rasm.



58-rasm.

Cho‘kish va poydevorlarda yoriqlar paydo bo‘lishini aniq tasavvur qilish uchun poydevor va yer osti suvlarining temperaturasini kuzatish natijalariga ega bo‘lish talab etiladi.

37-§. Cho‘kishni kuzatishning geodezik aniqligi. Cho‘kishni bashorat qilish

Kuzatish aniqligi. Qurilish me’yori va qoidalariga binoan bir xil andazadagi bino va inshootlar cho‘kishi aniqligining o‘rta kvadratik xatoligi m_s quyidagidan oshmasligi kerak (boshlang‘ich reperga nisbatan):

1 mm – toshloq va yarim toshloq joylarda barpo etiladigan inshoot va binolar uchun;

2 mm – qumloq va boshqa siqiluvchan tuproqlarda barpo etiladigan bino va inshootlar uchun;

5 mm – ko‘mma va boshqa kuchli siqiluvchan tuproqli joylarda quriladigan bino va inshootlar uchun.

Noyob va murakkab inshootlar uchun cho‘kishni kuzatish aniqligi maxsus hisoblarga asoslangan holda begilanadi:

$$S_1 = \left(H_0 + \left[h_j\right]_1^k\right) - \left(H_0 + \left[h_0\right]_I^k\right) \qquad \text{(VIII.15)}$$

yoki

$$S_j = \left[h_j\right]_1^k - \left[h_0\right]_I^k, \qquad \text{(VIII.16)}$$

bu yerda H_0 – boshlang‘ich I reper otmetkasi;

$\left[h_j\right]_1^k$ ва $\left[h_0\right]_I^k$ – joriy va boshlang‘ich sikllar kuzatishlariga tegishli tenglashtirilgan nisbiy balandliklar yig‘indilari, (boshlang‘ich reperdan k tartib raqamli marka oralig‘igacha).

Aniqlanayotgan cho‘kish xatoligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m_{Sj}^2 = m^2\left[h_j\right] + m^2\left[h_0\right] \qquad \text{(VIII.17)}$$

$m_{[hj]} = m_{[h_0]} = m_{[h]}$ deb qabul qilsak,

$$m_s = m_{[h]}\sqrt{2}. \qquad \text{(VIII.18)}$$

Qulay sharoitda qisqa nur bilan yuqori aniqlikda nivelirlash uchun stansiyadagi nisbiy balandlik xatoligi va vizir nuri uzunligi orasidagi bog'liqlikni quyidagi empirik formula yordamida ifodalash mumkin:

$$M_h = 0{,}014 + 0{,}0014l. \qquad \text{(VIII.19)}$$

Cho'kishni kuzatish davri. Qurilayotgan inshootlar cho'kishini kuzatish poydevor qurilishidan boshlanadi.

Agarda birinchi kuzatish bosqichi kechiktirilib boshlansa, u holda keyingi kuzatishlar sezilarli darajada mohiyatini yo'qotadi.

O'lchash davri inshoot cho'kishining vaqtga nisbatan o'zgarishiga (tezlashish yoki sekinlashish) bog'liq.

Kuzatishlar ko'rsatishicha, bino va inshootlar cho'kishining davom etishi (davri) toq jinslarining litologik va fizik tuzilishiga bog'liq. Cho'kishlarning ko'pchilik qismi qurilish jarayonida tugaydi, lekin ba'zan oylar va yillar cho'zilishi mumkin. Toshloq va qumaloq joylarda cho'kish tez tugaydi. Aksincha, loy tuproq joylarda cho'kish jarayoni ko'p oylar va yillarga cho'ziladi.

Cho'kishning asosiy qismi inshoot qurilishi jarayonida, ya'ni uning 50% dan 85% gacha qurilgan vaqtiga to'g'ri keladi. Shuning uchun bino va inshootlar cho'kishini kuzatish bosqichlari soni, qurilish jarayonida poydevorga bo'lgan og'irlikning ortib borishiga qarab aniqlanadi. Birinchi bosqich kuzatish poydevor qurilgandan keyin, inshoot umumiy og'irlikning 25% ni tashkil etganda boshlanadi. Cho'kishni kuzatishning keyingi bosqichlari unga bo'lgan og'irlik inshoot to'liq og'irligining 50, 75, 100% ni tashkil etgan davrlarda amalga oshiriladi.

Yumshoq tuproqlarda quriladigan inshootlar uchun, cho'kish tezligiga bog'liq ravishda, qo'shimcha kuzatish bosqichlari bajariladi. Inshootning to'liq og'irligiga erishilgandan keyin, cho'kish turg'unlashgunga qadar, yiliga 2–3 marta o'lchash davom ettiriladi. Cho'kish qiymati 1–2 mm ni tashkil etgandan keyin kuzatish to'xtatiladi.

Cho'kishni bashorat qilish. Hozirgi kunda amalda cho'kishni o'lchash natijalari bilan mos keladigan natijalar beradigan hisoblash usullari qo'llanilmoqda. Ammo ayrim hollarda sezilarli farqlar ham kuzatiladi.

Hisoblar natijalarining ishonchliligini tekshirish uchun turli xil formulalar yordamida maxsus kuzatishlar o'tkazilgan. Bu kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, barcha qo'llaniladigan formulalar qariyib bir xil natijalar beradi. Kuzatilgan farq qilish holatlarining asosiy sababi, nazariy formulalarning noto'g'ri tuzilganligida emas, balki hisoblarda foydalaniladigan tog' jinslarining barcha xossalarini yetarlicha aniq bilib olish qiyinligidadir. Gidrogeologik sharoitlar, inshoot turi va uni qurish usullarini hisobga olish katta ahamiyatga ega. Shu sababli inshootlar cho'kishini basharot qilishda empirik formulalarni joydagi kuzatish natijalari bilan qo'shish usullari maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin.

Poydevor cho'kishini kuzatish natijalariga asosan analitik ravishda qayrilma tanlanadi. Bu qayrilma cho'kish jarayonini tavsiflaydi, ya'ni cho'kishning matematik modeli tuziladi.

Ko'pincha cho'kishni t vaqtga nisbatan aproksimatsiyalash uchun quyidagi ko'rinishdagi qayrilma ishlatiladi:

$$S_t = S_k(1 - l^{-\alpha t}), \qquad \text{(VIII.20)}$$

bu yerda S_k – oxirgi cho'kish;

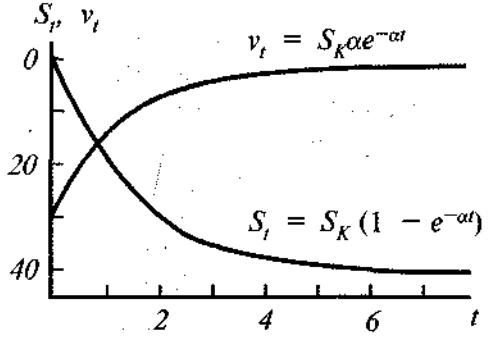
α – tuproqning siqilish koeffitsiyenti.

S_k va α qiymatlari noaniq bo'lib, bir necha kuzatish bosqichlariga asosan aniqlanadi. (VIII.20) formulaga S_k, α va t koeffitsiyentlarning tegishli qiymatlarini qo'yib, qayrilmaning tenglamasini yozish mumkin, unga asosan esa cho'kishni basharot qilish mumkin.

Quyidagi tenglamadan cho'kish tezligini ham basharot qilish mumkin:

$$\vartheta = \frac{dS_t}{t} = S_k \alpha e^{-\alpha t} \qquad \text{(VIII.21)}$$

(59) ifodadan ko'rinib turibdiki, cho'kishning eng katta tezligi kuzatish boshida bo'ladi va bosqichdan bosqichga o'tish mobaynida u sustlashib boradi (59-rasm).



59-rasm.

Cho'kishni bashorat qilish uchun quyidagi polinom ishlatilishi mumkin:

$$S_t = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \ldots + \alpha_n t^n \qquad \text{(VIII.22)}$$

bu yerda t – kuzatish vaqti;

α_0, α_1, α_2 ... – koeffitsiyentlar.

38-§. Cho'kishni gidrostatik va trigonometrik nivelirlash usulida aniqlash

Gidrostatik nivelirlashni qo'llash. Poydevorlar cho'kishini kuzatish gidrostatik nivelirlash usulida amalga oshirilishi mumkin, bunda nivelirlash ikki xil tartibda: birinchisi – cho'kish markalarining otmetkalarini ko'chiriladigan gidrostatik asbob yordamida; ikkinchisi, poydevor perimetri bo'ylab qo'zqalmas gidrostatik tizimlarni o'rnatish.

Tajribalar ko'rsatadiki, gidrostatik nivelirlash, asosan, tor yerto'la sharoitida, o'rnatish noqulay bo'lgan yoki kuzatuvchi ishlashi qiyin yoki xavfli sharoitda joylashgan poydevor va qurilish konstruksiyalarining cho'kishini kuzatishda qo'llaniladi.

Gidrostatik nivelirlashda asosiy xatoliklar tashqi muhit ta'sirida yuzaga keladi. Bunday ta'sirlarni kamaytirish maqsadida o'lchashlar kechki yoki ertalabki vaqtlarda bajarilishiga harakat qilinadi.

Atmosfera bosimining o'zgarishi ham idishlarga suyuqlikning teng tarqalishiga ta'sir etadi. Buning oldini olish uchun idishlarga quyiladigan suyuqlikka 0,1% formalin qorishmasi qo'shiladi.

Poydevor cho'kishini kuzatishning trigonometrik nivelirlash usuli. Bino va inshootlar cho'kishini aniqlashda geometrik va gidrostatik nivelirlash usullarini qo'llash qiyin bo'lgan sharoitlarda trigonometrik nivelirlash qo'llaniladi. Bunday holatlar asosan tog' sharoitlarida sodir bo'ladi.

Trigonometrik nivelirlash qisqa vizirlash nurida (100 m gacha) reyka qo'llash orqali bajariladi.

Nisbiy balandlik qiymati quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$H = l \operatorname{ctg} z, \qquad \text{(VIII.23)}$$

bu yerda l – asbob bilan vizir markasi oralig'idagi masofa. Bu qiymat bevosita o'lchanadi yoki quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$l = b\frac{\sin z_1 \cdot \sin z_2}{\sin(z_1 - z_2)}, \qquad \text{(VIII.24)}$$

bu yerda b – reykadagi shtrixlar orasidagi masofa; z_1 va z_2 – reykadagi shtrixlarning teodolit yordamida o'lchangan zenit masofalari.

Kuzatishlar ko'rsatadiki, qulay sharoitda T1 teodoliti qo'llanilganda, nuqtalar orasidagi masofa 100 m gacha bo'lganda, nisbiy balandlik 0,2–0,4 mm aniqlikda topiladi.

Trigonometrik nivelirlash usulida nisbiy balandlikni o'lchash aniqligiga tik (vertikal) refraksiya katta ta'sir ko'rsatadi. Buni kamaytirish maqsadida o'lchash turli xil vaqtlarda, bir nechta sikllarda olib boriladi.

Nazorat savollari

1. Deformatsiya nima?
2. Deformatsiya qanday shakllarda yuzaga keladi?
3. Tik deformatsiya (cho'kish) qanday turlarga bo'linadi?
4. Cho'kish qanday parametrlar bilan ifodalanadi?
5. Deformatsiyani kuzatish qaysi vaqtlarda amalga oshiriladi?
6. Deformatsiya nima sabablarga binoan yuzaga keladi?
7. Tabiiy faktorlarga nimalar kiradi?
8. Texnogen faktorlarga nimalarni kiritish mumkin?
9. Kotlovan tagi bo'rtishi nima maqsadda kuzatiladi?
10. Cho'kish voronkalari o'lchamlari qanday aniqlanadi?
11. Tik deformatsiyani kuzatishda qanday usullar qo'llaniladi?
12. Cho'kishni kuzatishda qanday reperlar qo'llaniladi?
13. Geometrik nivelirlash usulining mohiyatini tushuntirib bering.
14. Cho'kishning o'rtacha tezligi qanday ifodalanadi?
15. Cho'kishni kuzatish davri nimaga boqliq?
16. Cho'kishni qanday bashorat qilish mumkin?
17. Gidrostatik nivelirlash qanday sharoitlarda qo'llaniladi?
18. Cho'kishni kuzatishning trigonometrik nivelirlash usulining mohiyatini aytib bering.

Tayanch so'zlar: *deformatsiya, bo'rtish, tabiiy faktor, texnogen faktor, cho'kish voronikasi, aproksimatsiyalash, poydevor cho'kishi, gidrostatik nivelirlash, vizir markasi.*

IX BOB. INSHOOTLAR GORIZONTAL SILJISHINI O'LCHASH

39-§. Siljishni o'lchash uchun o'rnatiladigan belgilarni joylashtirish

Kuzatish aniqligi va muddatlari. Bino va inshootlar qismlari va konstruksiyalarining gorizontal siljishi quyidagi usullar yordamida o'lchanishi mumkin: stvor o'lchashlar; alohida

yo‘nalishlar va kesishtirishlar; triangulatsiya va trilateratsiya; poligonometriya, stereofotogrammetrik plan olish usullari.

Qo‘zg‘almas deb qabul qilingan, asos punktga nisbatan aniqlangan siljish absolut gorizontal siljish deb qabul qilinadi. Inshootning qandaydir nuqtasiga nisbatan siljishi nisbiy siljish deyiladi.

Qurilish me’yori va qoidalari (QMQ) ga asosan bino va inshootlar qismlarining gorizontal siljishini kuzatish quyidagi aniqliklarda bajarilishi talab etiladi:

1 mm — toshloq va yarim toshloq joylarda qurilgan bino va inshootlar uchun;

3 mm — qumloq tuproq va boshqa siqiluvchan tuproqda qurilgan binolar uchun;

5 mm — toshlardan ko‘tarilgan yuqori bosimli plotinalar uchun;

10 mm — ko‘mma, cho‘kuvchan va kuchli siqiluvchan tuproqlarga qurilgan bino va inshootlar uchun.

Noyob inshootlar uchun kuzatish aniqligi texnikaviy hisoblarga asosan belgilanadi. Gorizontal siljishni o‘lchash muddatlari tuproq xususiyatiga, inshoot turiga hamda qurilish va montaj ishlariga bog‘liq holda belgilanadi.

Kuzatishning birinchi bosqichi o‘rnatilgan kuzatish (asos) belgilari holati barqarorlashgandan keyin va inshootga hali gorizontal kuch ta’sir etmasdan bajaraladi. O‘lchash 2—3 marta amalga oshiriladi.

Ikkinchi bosqich kuzatish ishlari inshootga kuch ta’sir etish boshlanishi bilan birdan bajariladi. Keyingi o‘lchashlar inshootga ta’sir etuvchi kuchlar ortib borishiga bog‘liq holda o‘tkaziladi.

Inshoot foydalanishga topshirilgandan keyin uning mustahkamligini tekshirish uchun yil davomida 1—2 marta siljishni kuzatish ishlari amalga oshiriladi. Kuzatish asosan bahorda yoki kuzda, temperatura va yer osti suvlari sathi o‘zgarishi davrida bajariladi.

Gorizontal siljishni kuzatish ishlari uning qiymati 1—2 mm ni tashkil etgunga qadar amalga oshiriladi.

Kuzatish belgilarini joylashtirish. Inshootning alohida nuqtalari siljishini aniqlash uchun deformatsiya (nazorat) markalari poydevorga yaqin joylarga o'rnatiladi. Kuzatish markalari bino piremetri bo'ylab 20 m oraliqda, ta'sir etuvchi kuch katta qiymatga ega bo'lganda 10—15 m oraliqda o'rnatiladi.

Gidrotexnik inshootlarga siljishni kuzatish markalari har bir seksiyaga kamida 2 tadan o'rnatiladi.

Belgilarni o'rnatishda ulardan foydalanish va asbob o'rnatish qulay bo'lishi talab etiladi.

Asos punktlar, kuzatilayotgan inshootdan tashqarida, mustahkam joyda o'rnatiladi. Har bir bosqich (sikl) kuzatishda kuzatuv (asos) punktlarining mustahkamligi tekshirib turiladi. Agarda ularning holati yo'l qo'yarli darajada o'zgarsa, shu qiymat tuzatma shaklida kiritiladi.

Punktlar o'rnini belgilashda vizirlash chizig'ining judayam nishab bo'lmasligi va to'siqlar yaqinidan o'tmasligiga e'tibor beriladi.

Alohida hollarda asos belgilar inshotlar tomiga o'rnatilishiga ruxsat beriladi.

Vizir markalari turlari. Siljishni o'lchash (kuzatish) uchun qo'llaniladigan belgilarning turli xil konstruksiyalari mavjud. Ulardan eng oddiysi sterjen ko'rinishidan iborat bo'lib, tekshirilayotgan inshootga mahkamlashga mo'ljallangan, ikkinchi uchi esa vizirlash markasini o'rnatish uchun moslashtirilgan. Ba'zan belgilar ikkita bolt ko'rinishida mahkamlanadi. Ayrim hollarda vizir markasidan kuzatish belgisi sifatida foydalanish ham mumkin. Bunday hollarda u inshootga mahkamlangan bo'ladi.

Vizirlash markasi odatda geometrik shakl tushirilgan yupqa ekran ko'rinishidan iborat. Ular harakatlanuvchi va qo'zg'almas bo'lishlari mumkin.

Qo'zg'almas vizirlash markalari stvordan chetlashishlarni optikaviy o'lchashda qo'llaniladi.

Harakatlantiruvchi vizirlash markalari kuzatish belgilarining stvor chizig'idan chetlashishini bevosita o'lchashda qo'llaniladi.

40-§. Stvor o'lchash usulida gorizontal siljishni aniqlash

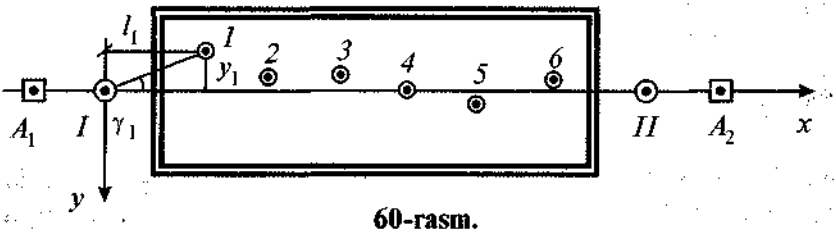
Umumiy ma'lumotlar. Ikki nuqta orqali o'tuvchi va unga nisbatan inshoot nuqtalarining bir to'g'ri chiziqdan chetlashishi o'lchanadigan tik (vertikal) tekislikka stvor deyiladi. Odatda, stvor bo'ylab abssissa o'qi joylashadi, u holda o'lchanadigan chetlashish ordinata hisoblanadi.

Stvor mahkamlangan (belgilangan) nuqtalar deformatsiya zonasidan tashqarida joylashishi va butun o'lchash davomida qo'zg'almasligi kerak.

Yirik inshootlar uchun bu nuqtalar inshootdan ancha uzoqda joylashgan bo'ladi, shu sababli yaqinroqda qo'shimcha kuzatish nuqtalari o'rnatiladi.

Stvor, odatda, yuqori aniqlikdagi optik asboblar (teodolit, aliniometr, mikroteleskop) yordamida yoki struna tortish orqali berilishi mumkin. Stvor o'lchashlar to'g'ri chiziqli plotinalar, ko'priklar, bino kolonnalari va boshqa bir to'g'ri chiziqda joylashgan nuqtalarning chetlashishini aniqlashda qo'llaniladi.

60-rasmda stvor o'lchashlarda kuzatish belgilarini joylashtirishning oddiy sxemasi keltirilgan.



60-rasm.

A_1, A_2 – boshlang'ich (asos) punktlar;
I, II – kuzatish nuqtalari;
1, 2, 3 – kuzatiladigan nuqtalar.

Stvor o'lchash usullari. Inshootlar gorizontal siljishini aniqlash kichik paralaktik burchaklar o'lchash yoki harakatlantiriladigan vizirlash markalaridan foydalanish orqali amalga oshiriladi.

Siljishni kichik burchaklar yordamida o'lchashning mo-

hiyati quyidagidan iborat: stvor hosil qiluvchi asbob I punktga o'rnatiladi va u *I—II* stvor bo'ylab oriyentirlanadi, keyin optik asbob yordamida har bir *1*, *2*, *3* nuqtaning stvordan chetlashish qiymati o'lchanadi. O'lchangan burchak qiymati γ_j va kuzatilayotgan nuqtalargacha bo'lgan l_j masofaga asosan ko'ndalang siljishning chiziqli qiymati hisoblanadi:

$$Y_j = l_j \frac{\gamma_j}{\rho''}. \qquad \text{(IX.1)}$$

Ciljishni aniqlashning o'rta kvadratik xatoligi quyidagicha ifodalanadi:

$$m_{yj} = l_j \frac{m_{\gamma j}}{\rho}, \qquad \text{(IX.2)}$$

bu yerda m_j — burchak o'lchash xatoligi. Masalan, l = 200 m va m_γ = 0,7″ bo'lsa, m_y = 0,7 mm bo'ladi.

Harakatlantiriluvchi marka usulida stvordan chetlashishning qiymati y bevosita o'lchanadi. Buning uchun marka mikrometr vinti bilan jihozlangan. Vizir markasining simmetrik o'qi belgi markazidan o'tgan holatdagi mikrometr shkalasidagi sanoq markaning nol o'rni deyiladi va u teodolit yordamida aniqlanadi.

Kuzatish vaqtida harakatlantiriluvchi marka stvor belgisiga o'rnatiladi va kuzatuvchi ishorasiga binoan vint yordamida harakatlantirilib, *I—II* stvor bo'ylab oriyentirlangan vizir chizig'i bilan tutashtiriladi. Markaning shu holatida uning mikrometr vintidan sanoq olinadi va undan nol o'rni qiymatini ayirib, kuzatilayotgan nuqtaning stvordan chetlashish qiymati y aniqlanadi.

Bu usulning aniqligi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$m_y^2 = \frac{l^2}{\rho^2}\left(m_0^2 + m_v^2 + m_f^2\right), \qquad \text{(IX.3)}$$

bu yerda m_0 — stvorni oriyentirlashning burchak xatoligi;

m_v – harakatlanuvchi markaning stvor bilan tutashtirishdagi burchak xatoligi;

m_f – fokuslash xatosining burchak qiymati;

l – asbobdan kuzatilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofa.

Agarda $m_0 \approx m_v \approx m_f = \frac{20}{\vartheta}$ bo'lsa,

$$m_y = \frac{l20\sqrt{3}}{\rho\vartheta}. \qquad \text{(IX.4)}$$

$l = 200$ m va $\vartheta = 40^{\times}$ uchun $m_y = 0{,}8$ mm bo'ladi.

Yuqoridagilarni hisobga olganda, gorizontal siljishni aniqlashning o'rta kvadratik xatoligi:

kichik burchaklar usuli uchun

$$m_{uy} = \frac{im_r\sqrt{2}}{\rho}, \qquad \text{(IX.5)}$$

harakatlantiruvchi markalar uchun

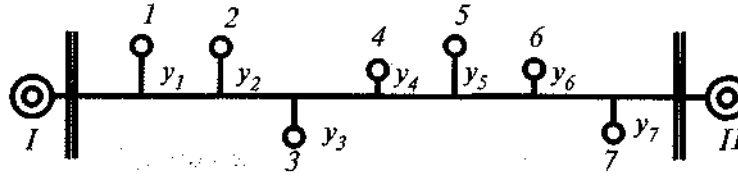
$$m_{uy} = \frac{l20\sqrt{6}}{\rho\vartheta}. \qquad \text{(IX.6)}$$

(IX.5), (IX.6) ifodalardan ko'rinib turibdiki, stvor o'lchashlar usulida siljishni aniqlash xatoligi asbobdan kuzatilayotgan nuqtagacha bo'lgan masofaga proporsional ortib boradi. Yuqori aniqlikdagi teodolitlar uchun masofa 200 m gacha bo'lganda, bu xatolik 1 mm atrofida, masofa 1 km gacha bo'lganda esa 5 mm ni tashkil etadi. Biroq hozirgi zamon inshootlari uzunligi bir necha kilometrni tashkil etishi bilan birga, 0,5–1 mm, ba'zan esa undan ham yuqoriroq aniqlikda kuzatishni talab etadi.

Shuning uchun hozirgi kunda stvor kuzatishning katta masofadagi inshootlarni yuqori aniqlikda kuzatish imkonini beruvchi usullarini ishlab chiqish masalasi yuzaga keladi. Bu masalani yechish uchun turli xil stvor kuzatish sxemalari va dasturlari ishlab chiqilgan.

41-§. Stvor kuzatishning sxemalari va dasturlari

To'liq stvor sxemasi. Bu stvor o'lchashlar sxemasining eng soddasi bo'lib, barcha kuzatilayotgan nuqtalarning siljish qiymati umumiy stvor I–II ga nisbatan o'lchanadi (61-rasm).



61-rasm.

Asbob boshlang'ich punkt I ga o'rnatiladi va II punktga o'rnatilgan vizirlash markasiga oriyentirlanadi. Keyin harakatlantiriluvchi marka yoki kichik burchaklar usulida *1, 2, 3, ...* nuqtalarning stvordan siljishi aniqlanadi. O'lchash asbobning o'ng va chap doiralarida to'g'ri va teskari yo'nalishlarda bajariladi.

To'liq stvor sxemasida har bitta kuzatilayotgan nuqtaning siljish qiymati oraliq masofaga bog'liq ravishda turli xil aniqlikda topiladi. Buni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m_{yj} = \frac{l_j m_s}{\rho''}, \qquad \text{(IX.7)}$$

bu yerda m_s – stvor o'lchashlarda burchak xatoligi. Siljishni o'lchash vazni

$$P_j = \frac{1}{m^2 y_j} = \frac{\rho^2}{m_s^2 l^2}. \qquad \text{(IX.8)}$$

O'lchashning to'g'ri va teskari yo'nalish natijalaridan o'rtacha qiymatini hisoblash e'tiborga olinsa, o'rta kvadratik xatolik quyidagicha ifodalanadi:

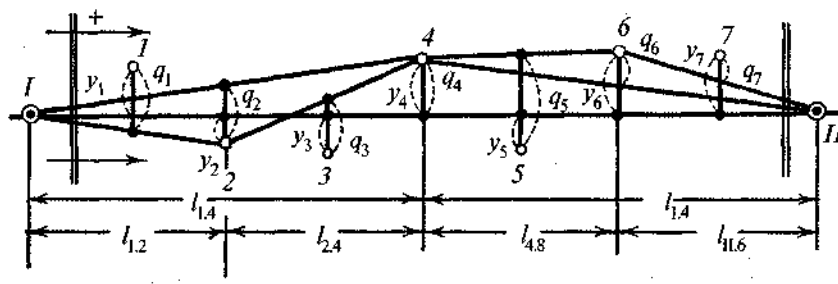
$$m_{yjyp} = \frac{m_s''}{\rho''} \cdot \frac{l_{I-j} l_{II-j}}{\sqrt{l_{I\cdot j}^2 + l_{II\cdot j}^2}}. \qquad \text{(IX.9)}$$

Agarda kuzatilayotgan nuqtalar orasidagi masofa taxminan bir xil bo'lsa va o'rtadagi *4*- nuqta xatoligi 1 ga teng deb qabul qilsak, u holda qolgan nuqtalarning o'zaro munosabati quyidagicha bo'ladi:

1 va *7*- nuqtalar 0,35
2 va *6*- nuqtalar 0,67
3 va *5*- nuqtalar 0,91
4- nuqta 1,0 (IX.10)

Bu misoldan ko'rinadiki, to'liq stvor sxemasida o'rtadagi nuqtalarni kuzatish aniqligi chekkadagi nuqtalarga nisbatan 3 marta kam. Bu esa ushbu sxemaning asosiy kamchiligi hisoblanib, katta uzunlikdagi stvorlar uchun qo'llashni chegaralaydi.

Stvor qismlari sxemasi. Bu sxemada kuzatish punktlari I–II orasidagi masofa (62-rasm) taxminan teng to'rtta qismga 1.2, 2.4, 4.6, 6.11 bo'linadi. Avval umumiy stvor I–II ga nisbatan o'rtadagi 4- nuqta holati aniqlanadi.



62-rasm.

Keyin 1.4 va 11.4 yarim stvorlarga nisbatan *2* va *6*- nuqtalarni siljishi o'lchanadi va undan keyin har bir 1.2, 2.4, 4.6, 6.1 chorak stvorlarda qolgan barcha kuzatilayotgan nuqtalarning siljishi aniqlanadi. Shunday qilib, umumiy stvor faqat o'rtada joylashgan nuqtaning siljishini aniqlashda ishlatiladi. O'lchashlar to'g'ri va teskari yo'nalishlarda amalga oshiriladi.

Bu sxemada o'lchashlar turli stvorlarda bajarilganligi uchun

aniqlangan siljishlarni umumiy stvorga keltirish masalasi vujudga keladi.

O'rtada joylashgan *4*-nuqta uchun o'lchangan va keltirilgan siljishlar qiymati teng, ya'ni:

$$y_4 = q_4. \qquad \text{(IX.11)}$$

Ikkinchi nuqta uchun:

$$y_2 = q_2 + \delta_2.$$

Bu yerda δ_2 quyidagiga nisbatan hisoblanadi:

$$\frac{\delta_2}{y_4} = \frac{l_{1,2}}{l_{1,4}}.$$

Shunday qilib,

$$y_2 = q_6 + q_4 \frac{l_{1,2}}{l_{1,4}}. \qquad \text{(IX.12)}$$

6-nuqta uchun:

$$y_6 = q_6 + q_4 \frac{l_{11.6}}{l_{11.4}} \qquad \text{(IX.13)}$$

1-nuqta uchun:

$$y_1 = q_1 + \delta_1 + \delta_2,$$

bu yerda

$$\delta_1 = q_2 \frac{l_{1.1}}{l_{1.2}}, \quad \delta_2 = q_4 \frac{l_{1.1}}{l_{1.4}},$$

bundan:

$$y_1 = q_1 + q_2 \frac{l_{1.1}}{l_{1.2}} + q_4 \frac{l_{1.1}}{l_{1.4}}. \qquad \text{(IX.14)}$$

Teskari yo'nalishda (II punktdan I ga nisbatan) nuqtalarda o'lchashlar quyidagi tartibda bajariladi: *4, 6, 2, 7, 5, 3, 1.*

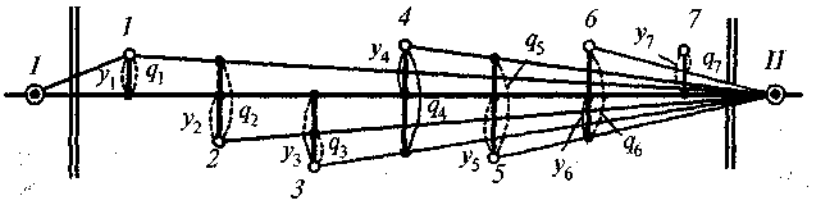
Agarda avvalgiday o'rtada joylashgan *4*- nuqta xatoligini 1 ga teng deb qabul qilsak, u holda boshqa nuqtalar uchun

1 va *7*- nuqtalar -------- 0,43
2 va *6*- nuqtalar -------- 0,71 (IX.15)
3 va *5*- nuqtalar -------- 0,83
4 nuqta ---------- 1,0

Ko'rinib turibdiki, to'liq stvor sxemasiga nisbatan bu nuqtalar orasidagi xatoliklar qiymatlari yaqinlashdi. Ammo o'rtada joylashgan nuqtalar xatoligi stvor chekkasidagi nuqtalarga nisbatan 2 baravar katta. Bu esa ushbu sxemaning asosiy kamchiligidir.

Ketma-ket stvorlar sxemasi. Bu sxemada geodeziyada ma'lum bo'lgan holat, ya'ni oriyentirlash aniqligi uzoq punktlarga vizirlaganda ortib borishi, masofa o'lchash aniqligi esa qisqa masofalarda yuqori aniqlikda bajarilishi qo'llanilgan. Ketma-ket stvorlar sxemasining mohiyati quyidagidan iborat.

Taxminan teng qismlarga bo'lingan stvorning boshlang'ich punktiga teodolit, oxirgi punktiga esa vizirlash markasi o'rnatiladi (63-rasm). Umumiy I–II stvorga nisbatan faqat *1*-nuqtaning siljishi o'lchanadi. Keyin teskari yo'nalish bo'yicha o'lchashlar davom ettiriladi. Teodolit II nuqtaga, vizirlash markasi esa I nuqtaga o'rnatiladi.



63-rasm.

Umumiy 1.11 stvorga keltirish ifodasi quyidagicha yoziladi:

$$\left.\begin{aligned} y_1 &= q_1, \\ y_2 &= q_1 \frac{l_{2.11}}{l_{1.11}} + q_2, \\ y_3 &= q_1 \frac{l_{3.11}}{l_{1.11}} + q_2 \frac{l_{3.11}}{l_{2.11}} + q_3, \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \quad \text{(IX.16)}$$

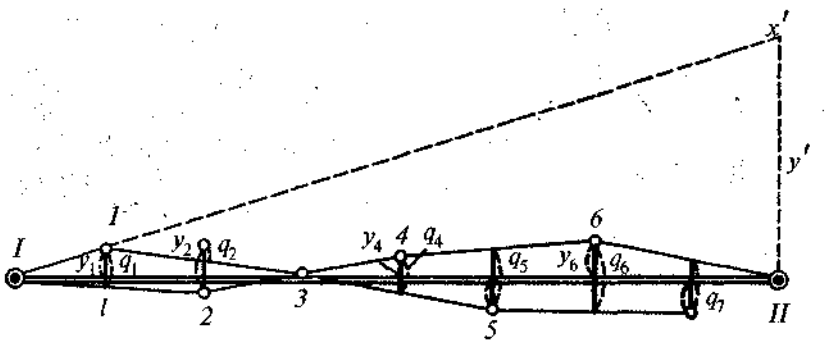
Agarda stvor o'rtasida joylashgan *4*- kuzatish nuqtasining xatoligini 1 ga teng desak, u holda qolgan nuqtalar xatoliklari quyidagicha bo'ladi:

1 va 7- nuqtalar	0,70	
2 va 6- nuqtalar	0,87	(IX.17)
3 va 5- nuqtalar	0,97	
4- nuqta	1 ,0	

Bu sxemada siljishni o'lchash aniqligi boshqa ko'rib chiqilgan sxemalarga nisbatan barcha nuqtalar uchun bir-biriga yaqin aniqlikda bajarilgan.

O'rtadagi eng zaif nuqta xatoligi chekkadagi nuqtalarga nisbatan $\sqrt{2}$ marta ortadi.

Yopib qo'yuvchi stvorlar usuli. Yuqorida keltirilgan barcha sxemalarda kuzatish nuqtalari I – II orasida ko'rinish bo'lishi talab etilardi. Lekin, ba'zan ko'rinish bo'lmaslik hollari ham uchraydi, masalan egri chiziqli tunnellarda. Bunday hollarda kuzatilayotgan nuqtalar siljishini kuzatish yopib qo'yuvchi stvorlar sxemasida bajariladi (64-rasm).



64-rasm.

To'g'ri yo'nalishda asbob I punktga o'rnatiladi, vizirlash markasi *2*-nuqtaga o'rnatilib, I.2 stvorga nisbatan *1*-nuqta siljishi aniqlanadi. Asbob *1*- nuqtaga ko'chirilib, vizir markasi *3*-nuqtaga o'rnatiladi va 1.3 stvorga nisbatan 2-nuqtaning siljishi aniqlanadi. Shu tarzda 2.4 stvorga nisbatan *3*-nuqta

siljishi aniqlanadi. 6.II. stovrga nisbatan 7-nuqta siljishi aniqlanadi. Teskari yo'nalishda teodolit II punktga o'rnatilib, vizirlash markasi 6-nuqtaga o'rnatiladi va o'lchash jarayoni takrorlanadi.

Siljish qiymati katta bo'lsa, kichik burchaklar usuli, aks holda, harakatlantiriluvchi marka usuli qo'llaniladi.

Bu sxemada o'lchash natijalarini umumiy 1.11 stvorga keltirish uchun ikkita stvor orasida hosil bo'ladigan burchakni topish kerak bo'ladi. Buning uchun quyidagi hisoblashlar bajariladi:

$$\left.\begin{aligned} \beta_1 &= 180^\circ - q_1\rho'' \frac{l_{1.1} + l_{1.2}}{l_{1.1} \cdot l_{1.2}} \\ \beta_2 &= 180^\circ - q_2\rho'' \frac{l_{1.2} + l_{2.3}}{l_{1.2} \cdot l_{2.3}} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IX.18)}$$

φ burchakdan foydalanib, direksion burchaklar hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_1 &= 360^\circ - \varphi \\ \alpha_2 &= 180^\circ - (\varphi + \beta_1) \\ \alpha_3 &= 360^\circ - (\alpha + \beta_1 + \beta_2) \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IX.19)}$$

va umumiy stvorga nisbatan siljish hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} y_1 &= \frac{l_{1.1} \cdot \alpha_1''}{\rho''} \\ y_2 &= \frac{l_{1.1} \cdot \alpha_1''}{\rho''} + \frac{l_{1.2} \cdot \alpha_2''}{\rho''} \\ &\cdots\cdots\cdots\cdots \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IX.20)}$$

Yuqoridagi sxemalardagi misolga binoan:

1 va *7*- nuqtalar 0,24

2 va *6*- nuqtalar 0,55

3 va *5*- nuqtalar 0,86

4- nuqta ..... 1,00.

Bu sxemada o'lchash jarayonida xatolar yig'ilib borishi kuzatiladi, bu esa asosiy kamchilik hisoblanadi.

Strunaviy usul. Odatda, stvor o'lchashlarda optik teodolit qo'llaniladi. Lekin ayrim hollarda stvor struna yordamida berilishi mumkin (0,1–0,3 mm diametrli). Kuzatilayotgan nuqtalarga sanoq olish moslamasi o'rnatiladi. Optik, mexanik yoki elektron sanoq olish moslamasi ishlatilishi mumkin.

Kichik diametrli strunalarning keng qo'llanilishiga to'sqinlik qiluvchi sabablardan biri, uning egilish xususiyatidir. Bu xatolikni kamaytirish maqsadida turli priyomlar qo'llaniladi.

400 m gacha uzunlikdagi nuqtalarning struna orqali siljishini kuzatish 0,3–0,5 mm xatolikda bajarilishi mumkin.

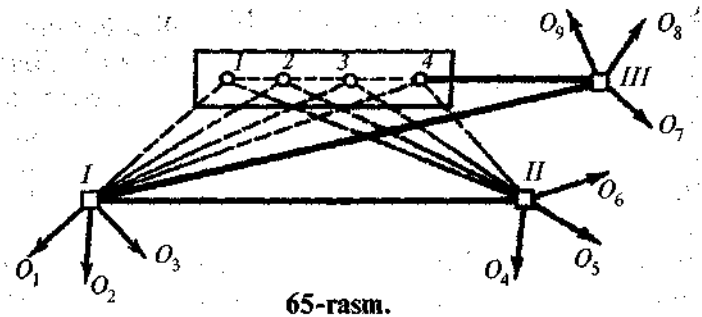
42-§. Inshootlar siljishini chiziqli-burchaklar tuzish usulida aniqlash

Bino va inshootlar siljishi chiziqli-burchaklar tuzish yo'li bilan ham aniqlanishi mumkin. Bunda, asosan, yo'nalishlar, triangulatsiya, poligonometriya hamda qo'shma usullarni qo'llash mumkin.

Yo'nalishlar usuli. Bu usul, asosan, stvor yasash mumkin bo'lmagan hollarda va kuzatilayotgan nuqtalar soni kam bo'lganda (3–5 nuqta) qo'llaniladi. Siljishni yo'nalishlar usulida o'lchash uchun kamida uchta I, II, III asos nuqtalar bo'lishi kerak (65-rasm). Shu balan birga, bu punktlarning bittasi siljish yo'nalishiga perpendikulyar holatda joylashgan bo'lishi talab etiladi.

Kuzatilayotgan nuqtaning siljish qiymati q masofa va oriyentirlash yo'nalishining o'zgarishiga binoan aniqlanadi:

$$q = l\frac{\Delta\beta''}{\rho''}, \qquad \text{(IX.21)}$$



65-rasm.

bu yerda l – boshlang'ich punkt bilan kuzatilayotgan nuqta orasidagi masofa;

$\Delta\beta$ – o'lchash bosqichlari (siklilari) oralig'idagi kuzatilayotgan nuqtaga bo'lgan yo'nalishning o'zgarishi.

Har bir kuzatish bosqichida boshlang'ich punktlar mustahkamligi tekshirilib turiladi. Hamma bosqichda oriyentirlash yo'nalishlari IO_1, IO_2, IO_3, ... bir xil bo'lishi kerak.

Oriyentirlash yo'nalishlari bir nechta priyomda T1 yoki T2 teodolitlarida o'lchanadi.

Triangulatsiya usuli. Tog'li joylarda inshoot nuqtalarining gorizontal siljishini kuzatish triangulatsiya usulida amalga oshiriladi.

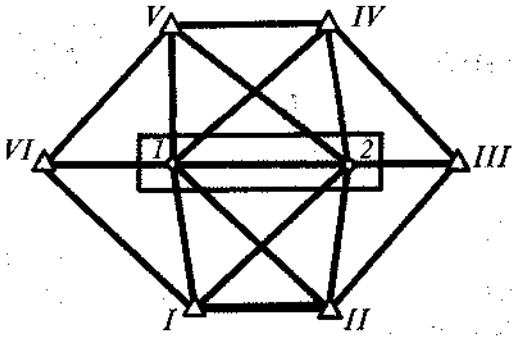
Inshootning kuzatilayotgan nuqtalari turli xil balandliklarda joylashishi mumkin. Agarda punktga teodolit o'rnatish imkoniyati bor bo'lsa, ular triangulatsiya tarmog'iga kiritilishi ham mumkin. Kuzatish uchun maxsus asos punktlar va kuzatilayotgan nuqtalardan iborat tarmoq tuziladi (66-rasm). Tarmoqda bazis tomonlar va burchaklar o'lchanadi va punktlar koordinatalari hisoblanadi. Inshootning siljishi va yo'nalishi turli xil bosqichdagi o'lchashlar natijalari orqali hisoblangan koordinatalar farqiga asosan aniqlanadi.

Siljishning o'rta kvadratik xatoligi m_q quyidagicha hisoblanadi:

$$m_q = \sqrt{m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2},$$

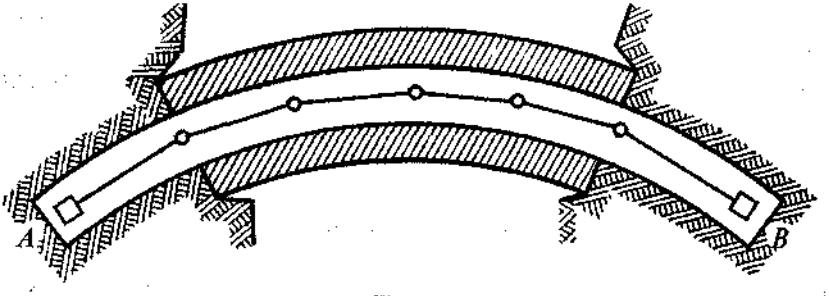
bu yerda $m_{\Delta x}$ va $m_{\Delta y}$ – koordinata orttirmalarining o'rta kvadratik xatoliklari.

Triangulatsiya punktlari deformatsiya zonasidan tashqarida joylashgan bo'lishi kerak. Agarda ularning barqarorligiga shubha tuqilsa, uzoqroqda joylashgan ishonchli punktga nisbatan tekshirib turiladi.



66-rasm.

Poligonometriya usuli. Tor qurilish sharoitlarida inshootlar gorizontal siljishlarini aniqlash poligonometriya usulida amalga oshirilishi mumkin. Tunnel, plotina va aylana shaklidagi inshootlarning gorizontal siljishini kuzatishda ham poligonometriya usuli qulay (67-rasm).



67-rasm.

Bu usulda gorizontal siljishni aniqlash yuqori aniqlikdagi burchak o'lchashni talab etadi.

Poligonometriya yo'li o'rtasidagi ko'ndalang xatolik quyidagicha hisoblanadi:

$$m_u = \frac{m_\beta}{\rho''} l \sqrt{\frac{n(n^2+3)}{48}} \qquad \text{(IX.22)}$$

yoki



$$m_\beta = \frac{m_u}{l}\rho'' \sqrt{\frac{48}{n(n^2+3)}}. \qquad \text{(IX.23)}$$

Masalan, poligonometriya yo'li uzunligi 500 m, tomon uzunligi l =100 va siljishni aniqlash xatolik cheki 2 mm bo'lsa, m_β = 1,7 bo'ladi.

Bu aniqlikni ta'minlash uchun masofa o'lchash elektron asboblar yordamida, burchaklar esa yuqori aniqlikdagi teodolitlar yordamida bajarilishi kerak.

Qo'shma usullar. Ko'pchilik hollarda gorizontal siljishni aniqlashda u yoki bu usullarni birgalikda qo'llashga to'g'ri keladi. Gidrotexnik inshootlarni kuzatishda triangulatsiya usulini to'g'ri kesishtirish bilan birga bajarish qulay bo'ladi. Agarda asos punktlar barqaror bo'lmasa, sanoat va fuqaro binolari gorizontal siljishini kuzatishda stvor kuzatishlar triangulatsiya yoki yo'nalishlar usuli bilan birga qo'llaniladi.

Qo'shma usulda o'lchash aniqligini baholash har bir usul uchun alohida bajariladi, keyin siljishning umumiy o'rta kvadratik xatoligi hisoblanadi.

43-§. Bino va inshootlarning vertikal og'ishi (kren) va yorilishini kuzatish

Inshootlar og'ishi (kren) qo'yilgan texnik talab va kuzatish sharoitiga bog'liq holda turli xil usullarda aniqlanishi mumkin. Bular mexanik shovunlar va optik markazlashtirgichlar yordamida, geodezik usullar va hokazo.

Og'ishni kuzatish qurilayotgan va qurilib bitkazilgan inshootlarda ham amalga oshiriladi.

Poydevor nishabligi hamda bino va inshootlar og'ishini kuzatishda o'lchash xatoligi quyidagidan oshmasligi kerak:

Agreget va mashinalar osti poydevorlari uchun 0,00001L;
Sanoat va fuqaro binolari devorlari uchun 0,0001H;

Tutun chiqaruvchi quvurlar, minora va
machtalar uchun ..... 0,0005H.

Bu yerda L va H poydevor uzunligi va inshoot balandligi.

Shovunlarni qo'llash. Ayrim hollarda og'ishni aniqlash uchun shovunlar qo'llaniladi. Shovun konstruksiyaning yuqori nuqtasiga osiladi va shkalali sanoq moslamasi yordamida uning tik o'qdan og'ishi o'lchanadi. Bu usulda asosiy xato manbayi shovun ipining tebranishi hisoblanadi. Qulay sharoitda inshoot balandligi 15 m gacha bo'lganda bu usul talab qilingan aniqlikni ta'minlashi mumkin.

Tik proyeksiyalovchi asboblarni qo'llash. Inshoot va konstruksiyalar oqishini aniqlash uchun turli xil optik asboblar, kompensatorli zenit-asboblar qo'llaniladi. Tik proyeksiyalovchi optik asboblar qulay sharoitlarda, inshoot balandligi 100 m gacha bo'lganda og'ishni 1 mm atrofidagi xatolikda aniqlashga imkon beradi.

O'lchash chegarasini kengaytirish va aniqligini oshirish maqsadida zenit-asboblarda nur sochish manbayi sifatida lazerlar qo'llanilmoqda. Lazer nuri tik holatga aniq adilak yoki nivelir kompensatori yordamida keltiriladi.

Ko'pchilik hollarda og'ishni aniqlash teodolit qo'llash yordamida amalga oshiriladi.

Koordinatalar usuli. Tekshirilayotgan inshoot atrofiga, uning balandligidan 2–3 marta katta bo'lgan masofada yopiq poligonometriya yo'li barpo etiladi va doimiy mahkamlangan 3–4 punkt koordinatasi topiladi. Bu nuqtalardan inshootning yuqori qismidagi yaxshi ko'rinadigan nuqtaning koordinatalari aniqlanadi.

Joriy va boshlang'ich bosqich (sikl) kuzatishlari natijalariga binoan hisoblangan koordinatalar farqidan og'ish (kren) qiymati topiladi,

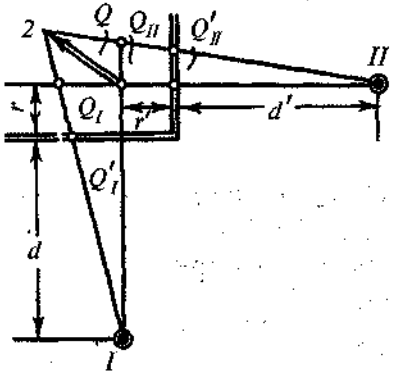
$$Q_x = x_j - x_0; \quad Q_y = y_j - y_0. \qquad \text{(IX.24)}$$

Og'ishning to'liq qiymati va uning yo'nalishi

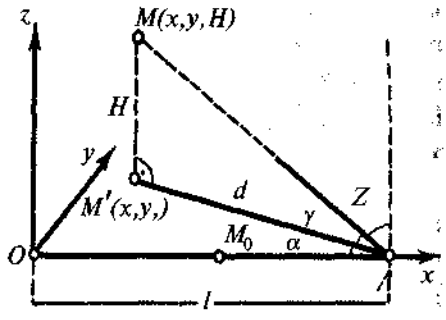
$$\left.\begin{aligned} Q &= \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} \\ \operatorname{tg}\alpha_Q &= \frac{Q_y}{Q_x} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IX.25)}$$

ifoda yordamida hisoblanadi.

Tik proyeksiyalash usuli. Inshootning ikkita, o'zaro perpendikular o'qlarida doimiy punktlar I va II mahkamlanadi (68-rasm). Bu punktlarga teodolit o'rnatilib, ular gorizontal holatga keltiriladi va inshootning bironta yuqori nuqtasi doiraning ikki holatida asosga (poydevorga) proyeksiyalanadi.



68-rasm.



69-rasm.

Bino og'ishining to'liq qiymati Q ni aniqlash uchun I va II nuqtalardan bir vaqtda kuzatishni amalga oshirish kerak, ikkinchidan og'ishni tashkil qiluvchi qiymatlari Q'_I va Q'_{II} dan haqiqiy qiymatlari Q_I va Q_{II} ga o'tish kerak. 68-rasmdan

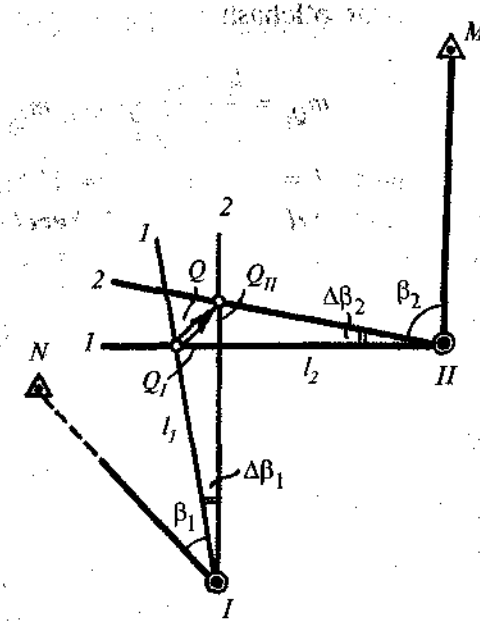
$$\left.\begin{aligned} \frac{Q_I}{r+d} &= \frac{Q'_I}{d}, \\ Q_I &= Q'_I\left(1+\frac{r}{d}\right) \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IX.25)}$$

yoki

$$Q_{II} = Q'_{II}\left(1 + \frac{r'}{d'}\right). \qquad \text{(IX.26)}$$

Yuqorida keltirilgan (IX.26) ifoda yordamida og'ishning to'liq qiymati Q hisoblanadi.

Gorizontal burchaklar usuli. Poydevor qismi to'silgan baland inshootlar og'ishini kuzatishda gorizontal burchaklar usulini qo'llash qulay bo'ladi. Uning mohiyati I va II nuqtalarga teodolit o'rnatilib, asos yo'nalishlar IN va IIM hamda kuzatilayotgan inshootning eng yuqori nuqtasiga bo'lgan yo'nalishlar orasidagi burchaklarni o'lchashdan iborat (70-rasm).



70-rasm.

Bir necha bosqichlarda (sikllar) o'lchangan bu burchaklar farqidan og'ishni tashkil etuvchi Q_{I} va Q_{II} qiymatlar:

$$Q_{\text{I}} = \frac{l_1 \Delta\beta''_1}{\rho''}; \qquad Q_{\text{II}} = \frac{l_2 \Delta\beta''_2}{\rho''} \qquad \text{(IX.27)}$$

hamda to'liq og'ish qiymati Q hisoblanadi:

$$Q = \sqrt{Q_{\text{I}}^2 + Q_{\text{II}}^2}.$$

Og'ishning burchak qiymati og'ish qiymati Q ning inshoot balandligi N ga nisbati orqali topiladi:

$$\gamma = \frac{Q}{H}\rho.$$

Bu usulda og'ishni o'lchash aniqligi asosan β_1 va β_2 burchaklar o'lchash aniqligiga boqliq:

$$m_{Q_1} = \frac{l_1 m_{\Delta\beta}}{\rho''} \quad \text{yoki} \quad m_{Q_1} = \frac{l_1 m_\beta \sqrt{2}}{\rho}. \qquad \text{(IX.28)}$$

Agarda l = 200 m, m_β = 1″ bo'lsa, m_Q = 2 mm bo'ladi.

Gorizontal va vertikal burchaklar o'lchash usuli. Bu usulda og'ishni aniqlash uchun A asos punktdan (69-rasm) teodolit yordamida inshoot markazi va uning eng yuqori nuqtasiga bo'lgan yo'nalishlar orasidagi gorizontal va vertikal (zenit) burchak o'lchanadi.

Koordinata boshi sifatida inshoot markazi (O nuqta) qabul qilinadi va abssissa o'qi OA chiziq bo'ylab yo'naltiriladi.

Og'ishni tashkil etuvchi qiymatlar (boshlang'ich va joriy sikllar oralig'ida) quyidagicha hisoblanadi:

$$Qx = x_j - x_0 = -H_j \cos\alpha_j \operatorname{ctg} Z_j + H_0 \operatorname{ctg} Z_0 \cos\alpha_0,$$
$$Q_y = y_j - y_0 = H_j \sin\alpha_j \operatorname{ctg} Z_j - H_0 \operatorname{ctg} Z_0 \sin\alpha_0.$$

Yuqori aniqlikda nivelirlash usuli. Minora, elevator, tutun chiqaruvchi quvurlar va shu kabi inshootlarning og'ishi ularning poydevorlari cho'kishini o'lchash natijalariga asosan aniqlanishi mumkin. Buning uchun kuzatilayotgan inshoot poydevoriga joylashtirilgan cho'kish markalari bo'ylab yuqori aniqlikdagi nivelirlash ishlari bajariladi, ularning cho'kish qiymati aniqlanadi va ularning farqi ΔS ga binoan poydevor nishabligi hisoblanadi. 1.2. o'q uchun

$$j_{1.2} = \frac{\Delta S_{1.2}}{l_{1.2}}.$$

H balandlikdagi inshootlar og'ishi

$$Q_{1.2} = H \cdot j_{1.2} = H \frac{\Delta S_{1.2}}{l_{1.2}} \qquad \text{(IX.29)}$$

ifoda yordamida hisoblanadi.

Bu usulda og'ishni (krenni) aniqlash xatoligi:

$$M_{Q_{1.2}} = M_{\Delta S_{1.2}} \frac{H}{l_{1.2}}$$

ifoda orqali hisoblanadi.

Yoriqlarni kuzatish. Inshootlar poydevorlari deformatsiyalari faqatgina ularning og'ishiga sababchi bo'lmaydi, balki ularda yoriqlar paydo bo'lishiga ham olib keladi. Ayniqsa bunday yoriqlar gidrotexnik inshootlarda sodir bo'lishi xavfli.

Yoriqlar rivojlanish hususiyatiga qarab tez (aktiv) va sekin (aktivmas) turlarga bo'linadi. Agarda yorilish jarayoni davom etib borsa, tez, aksincha, yorilish davom etmasa sekin yorilish hisoblanadi. Yorilishni aniqlash uchun inshoot devoriga gips, alibastr yoki oynadan yasalgan maxsus mayoqlar joylashtiriladi. Agarda yorilish tez bo'lsa, ma'lum vaqtdan keyin mayoqda darz ketishi sodir bo'ladi. Yoriq o'lchamini chizg'ich yordamida aniqlash mumkin. Imkoniyat bo'lsa, yoriqlar suratga tushiriladi.

44-§. O'pirilishni kuzatish

O'pirilish yer massasining og'irlik kuchi ta'sirida pastga qiyalik bo'ylab harakatlanishni ifodalovchi fizikaviy geologik hodisa hisoblanadi. O'pirilishlar har xil shaklda, kam sezilarli harakatlardan halokatli ko'chishlargacha sodir bo'lishi mumkin.

O'pirilishlar asosan yer osti va ustki suvlar ta'sirida tuproq yopishqoqligining o'zgarishi natijasida vujudga keladi.

Ko'chishlarni kuzatishning ko'pgina usullari mavjud bo'lib, bularning ko'pchiligi geodezik o'lchash usullarini qo'llashga asoslangan.

Geodezik usullarda kuzatish o'pirilish bo'lmaydigan joy-

larga mahkamlangan geodezik belgilarga nisbatan bajarilishiga imkon beradi.

Ko'chishni geodezik kuzatish quyidagi usullarda bajariladi:

1) berilgan chiziq yoki qabul qilingan stvorga nisbatan ko'chishni aniqlash uchun o'q usullar;

2) planli usullar (gorizontal tekislikda X va Y o'qlarga asosan);

3) balandlik usullari (H o'qlari bo'yicha);

4) fazoviy usullar (X, Y, H o'qlari bo'ylab).

Agarda nuqtaning ko'chish yo'nalishi yetarlicha aniqlikda ma'lum bo'lsa, o'q usullar qo'llaniladi.

O'q usullarga quyidagilar kiradi:

1) o'rnatilgan belgilar orasidagi masofani chiziqli o'lchashlar;

2) ko'chish nuqtalarini chiziqqa nisbatan stvor o'lchashlar;

3) yo'nalishlar usuli.

Planli usullar quyidagilardan iborat:

1) asos va ko'chish nuqtalari orasidagi burchak va masofalarni to'g'ri va teskari chiziq yoki burchak kesishtirish usulida o'lchash;

2) poligonometrik yo'llar o'tkazish (ko'chish nuqtalari bo'ylab);

3) qutbiy koordinatalar usuli.

Balandlik usullari geometrik va trigonometrik nivelirlash yo'llarini o'tkazishdan iborat.

Odatda, ko'chishlarni kuzatish, ularning aktivligiga bog'liq holda o'rtacha yiliga bir-ikki marta bajariladi.

O'pirilishni kuzatish bilan bir vaqtda boshlang'ich asos punktlar va reperlar o'zgarmasligi ham nazorat qilib boriladi.

Muntazam kuzatishlar natijasida gorizontal va vertikal ko'chishlarning qiymati, yo'nalishi va tezligi hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Bino va inshootlarning siljishi qanday usullar yordamida aniqlanadi?
2. Nisbiy va asbalut siljish deb nimaga aytiladi?
3. Gorizontal siljishni kuzatish aniqligini aytib bering.

4. Gorizontal siljishni kuzatish davriyligi.

5. Gorizontal siljishni kuzatish markalari qanday tartibda o'rganiladi?

6. Stvor deb nimaga aytiladi?

7. Stvor joyda qanday barpo etiladi?

8. Inshootlarning gorizontal siljishi qanday usullarda amalga oshiriladi?

9. Siljish qiymati qanday hisoblanadi?

10. Stvor o'lchashlar usulida siljishning o'lchash aniqligi nimaga teng?

11. Stvor kuzatishning qanday sxemalari mavjud?

12. To'liq stvor sxemasining mohiyatini tushuntiring.

13. Stvor qismlari sxemasining mohiyatini tushuntiring.

14. Yopib qo'yuvchi stvorlar usulining mohiyatini tushuntiring.

15. Strunaviy usulning mohiyatini tushuntirib bering.

16. Siljishni kuzatishning yo'nalishlar usuli mohiyatini aytib bering.

17. Siljishni kuzatishning trianulatsiya usulining mohiyatini tushuntirib bering.

18. Siljishni kuzatishning poligonometriya usuli mohiyatini aytib bering.

19. Siljishni kuzatishning qo'shma usuli mohiyatini aytib bering.

20. Bino va inshootlarning vertikal og'ishi qanday usullar yordamida kuzatiladi?

21. Shovunlarni qo'llash usulining mohiyati va kuzatish aniqligi.

22. Tik proyeksiyalovchi asboblarni qo'llash usulining mohiyati va aniqligi.

23. Koordinatalar usulining mohiyati va aniqligi.

24. Tik proyeksiyalash usulining mohiyati va aniqligi.

25. Gorizontal va vertikal burchaklar o'lchash usulining mohiyati va aniqligi.

26. Yoriqlar qanday kuzatiladi?

27. O'pirilish nima?

28. O'pirilish qanday kuzatiladi?

Tayanch iboralar: *gorizontal siljish, stvor, vizir markalari, alinometr, mikroteleskop, struna, paralaktik burchaklar, to'liq stvor sxemasi, ketma-ket stvorlar, strunaviy usul, qo'shma usul, kren, shovun, zenit-asbob, lazer nuri, tik proyeksiyalash, og'ish, yoriqlarni kuzatish, o'pirilish, ko'chish.*

IKKINCHI QISM.
TRANSPORT VA SANOAT INSHOOTLARI QURILISHIDA BAJARILADIGAN GEODEZIK ISHLAR

X BOB. AVTOMOBIL VA TEMIRYO'LLARNI LOYIHALASH VA QURISHDA GEODEZIK TA'MINLASH

45-§. Yo'l qidiruv ishlari

Yo'l turkumlari. Umumiy transport tarmoqlarining mavqeyi va harakat tezligiga boqliq ravishda yo'llarni darajalarga bo'lish qabul qilingan.

Avtomobil yo'llari beshta darajaga bo'linadi.

I–II darajali yo'llar umumdavlat va respublikalararo mavqega ega bo'lib, muhim iqtisodiy va yirik markazlarni tutashtiradi. I darajali yo'llarda sutkalik harakat qatnovi 150 km/soat tezlikda 6 mingdan ko'proq avtomobil qatnovini tashkil etadi.

II darajali yo'llarda esa sutkalik harakat 120 km/soat tezlikda 3–6 ming avtomobil qatnoviga mo'ljallangan.

III darajali yo'llar respublika va viloyat ahamiyatiga ega bo'lib, harakat qatnovi 1–3 ming avtomobilni va asosiy tezlik 100 km/soatni tashkil etadi.

IV–V darajali yo'llar mahalliy ahamiyatdagi avtomobil yo'llari hisoblanib, 80–60 km/soat tezlikdan katta bo'lmagan harakat qatnoviga ega.

Temiryo'llar uchta darajaga bo'linadi.

Birinchi darajali yo'llarga mamlakat ichkarisi va xorijiy davlatlar bilan transport aloqalarni ta'minlovchi temiryo'llar kiritiladi. Ular orqali katta hajmda (yiliga 5 mln t · km) yuk va yo'lovchi passajirlar (10 va undan ko'p juft) poyezdlari qatnovi yuqori tezlikda (150 km/soat) harakatlanadi.

Ikkinchi darajali yo'llarga tumanlararo yuk va yo'lovchi tashishni ta'minlovchi temiryo'llar qarashli bo'lib, harakat tezligi 120–100 km/soatni tashkil etadi.

Uchinchi darajali yo'llar mahalliy ahamiyatga ega bo'lgan temiryo'l hisoblanib, katta bo'lmagan (2–3 mln t km) yuk tashish qobiliyatiga ega.

Yo'llarni loyihalashning texnikaviy shartlari. Yo'l trassasiga qo'yiladigan asosiy talab – bu berilgan tezlikda bir tekisda xavfsiz harakat. Shu sababli avtomobil va temiryo'llarda maksimal nishablik va eng kichik qayrilma radiuslariga qat'iyan rioya qilinadi.

Katta bo'lmagan radiusli qayrilmalarda chekli yo'l qo'yarli nishablik kichraytiriladi.

Temiryo'llarda bu kichraytirish quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta i = (12{,}2\varphi^0) / k,$$

bu erda φ^0 va k – burilish burchagi va qayrilma uzunligi.

Agarda $k = R\varphi_{rad} = R\varphi^0 / p^0$, bu yerda R – qayrilma radiusi, p^0 – radian gradusda $(57{,}3^0)$ ekanligini hisobga olsak, u holda

$$\Delta i = (12{,}2p^0) / R = 700/R. \qquad (X.1)$$

Masalan, $i_r = 200/00$ va $R = 700$ m bo'lsa, $i = i_r - \Delta I = 20 - (700/700) = 19\ ^0/_{00}$.

Yo'l qidiruv ishlarining texnologik sxemasi.

1. Yo'lning iqtisodiy samaradorligini aniqlashdagi qidiruv:

a) yirik masshtabli xaritada yo'lning iqtisodiy samarador variantini aniqlash;

b) yo'lning taxminan texnik tavsifi (darajasi, harakat qatorlari soni va hokazo)ni aniqlash;

d) atrof muhit muhofazasini o'rganish.

2. Yo'lning asosiy yo'nalishini tanlash:

a) topografik xaritada yo'l variantlarini kameral trassalash;

b) avvalgi yillar geologik qidiruv va plan olish materiallarini o'rganish;

d) murakkab bo'lgan joylarni dala sharoitida kuzatish;

e) variantlarni solishtirish. Ish hajmi va qiymatini taxminan hisoblash. Asosiy yo'nalishni tanlash;

f) yo'lni loyihalashning texnik topshirig'ini tuzish.

3. Yo'lning qulay variantini tanlash:

a) 1:10000 — 1:15000 masshtablarda yo'l variantlarini samolyotdan suratga olish;

b) trassalash yo'nalishida planli va balandlik asos tarmog'ini barpo etish;

d) injener geologik planga olish;

e) kameral trassalash va variantlarni loyihalash. Ish hajmini hisoblash. Variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash. Qulay trassani tanlash.

4. Trassani joyda tekshirish va kelishib olish:

a) trassaning qulay (maqbul) variantini joyga ko'chirish;

b) maydonlarni, o'tish va kesishish joylarini, stansiyalarni yirik masshtabli stereotopografik va topografik planga olish;

d) trassani yirik masshtabli injener-geologik planga olish;

e) yerdan foydalanuvchi tashkilotlar bilan kelishib olish.

5. Trassani joyda batafsil rejalash:

a) dalada trassalash hamda nivelirlash;

b) trassaning bosh nuqtalarini joyda mahkamlash.

6. Trassa bo'ylab doimiy geodezik asos tarmoqini barpo etish.

7. Qidiruv ishlari:

a) trassani injener-geologik qidiruv;

b) gidrometrologik tekshirish.

8. Kameral ishlar. Plan va profillarni tuzish.

46-§. Yo'l trassasini tiklash

Qurilish ishlarini boshlashdan oldin trassani joyda tiklash amalga oshiriladi. Trassani tiklash ishlari tarkibiga quyidagilar kiradi:

1) piketlash ishlari va qayrilmalarni batafsil rejalash;

2) piketlar bo'ylab nivelirlash;

3) trassani joyda mahkamlash.

Yo'l trassasini tiklashda uning asosi sifatida plani va

profillari, to‘g‘ri va qayrilmalar vedomostlari, trassani mahkamlash sxemalari kabi hujjatlarga amal qilinadi.

Trassani tiklash, joyda uning burilish burchagi uchlarini qidirishdan boshlanadi. Bir vaqtning o‘zida trassani tiklash bilan birga burilish burchaklari o‘lchanadi va o‘lchash natijalari loyiha bilan taqqoslanadi.

Keyin tomonlarni o‘lchash va piketlarni rejalash ishlari amalga oshiriladi. Trassaning burilish joylarida o‘tish va aylanma qayrilmalar batafsil rejalanadi, shu bilan birga qayrilma radiusi 500 m va undan katta bo‘lganda rejalash 20 m oraliqda, radius 500 m dan kichik bo‘lganda esa rejalash 10 m oraliqda bajariladi.

Piketlarni tiklash va qayrilmalarni rejalagandan keyin trassa joyda mahkamlanadi. Mahkamlash belgilari yer ishlari maydonidan tashqarida o‘rnatiladi.

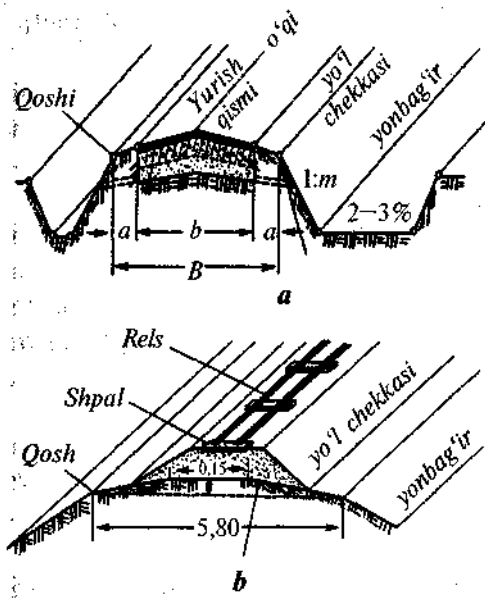
Burilish burchaklari, odatda, trassalash vaqtida mustahkam mahkamlanadi. Agarda burilish burchagi uchi yer ishlari maydoniga to‘g‘ri kelib qolsa, tomon davomi bo‘ylab ikkita belgi bilan mahkamlanadi.

Trassani tiklash vaqtida yer ishlari hajmini kamaytirish va alohida inshootlarning mustahkamligini oshirish uchun uni qisman o‘zgartirish mumkin.

Trassani tiklashdagi kiritilgan barcha tuzatishlar tasdiqlash uchun loyihaviy tashkilotga yuboriladi.

47-§. Yo‘l ko‘tarmasini rejalash

Yo‘lning ko‘ndalang profili. Avtomobil yo‘llari ko‘tarmasi yurish qismi, yo‘l chekkasi, yonbag‘ir va kyuvet qismlaridan iborat bo‘ladi (71- *a* rasm). Yurish qismining eni uning darajasiga bog‘liq bo‘lgan holda 6—15 m bo‘lishi mumkin. Yurish qismi mustahkam bo‘lishi uchun uning ikki tomonidan 2—3,75 m enlikda chekka qismi quriladi. Chekka qismiga yonbag‘ir tutashtiriladi. Chekka qismini yonbag‘irdan ajratuvchi chiziq *yo‘l ko‘tarmasining qirrasi* deb nomlanadi. Bo‘ylama profilda loyihaviy balandliklar qirralar bo‘yicha beriladi.



71-rasm.

Odatda, yurish qismiga sun'iy qoplamalar – beton, tosh va boshqa materiallar yotqiziladi.

Qor va yomg'ir suvlarining tez oqib ketishi uchun yo'l ko'tarmasining yuzasi uning qosh qismidan o'rtasiga qarab ko'ndalang nishablikka ega. Bu nishablikning qiymati yo'l qoplamasiga bog'liq ravishda tanlanadi. Sement va asfalt-beton qoplamali yo'llarning yurish qismi nishabligi $15-20^0/_{00}$, shag'alli yo'llar uchun $20-30^0/_{00}$, ko'priklarda esa $30-40^0/_{00}$ ni tashkil etadi. Chekka qismining ko'ndalang nishabligi yurish qismi nishabligidan $20^0/_{00}$ katta bo'ladi.

Temiryo'llarning to'shalma qatlami ustiga yotqizilgan shpal va relslar yo'lning asosiy qismi hisoblanadi (71- *b* rasm). Bir tomonlama yo'llarda to'shalma eni 5,8–5 m, ikki tomonlama yo'llarda esa 10 m ga teng. Yo'l bo'ylab yonlama suv oquvchi kanal-kyuvetlar loyihalanadi. Kyuvetlar bo'ylama nishabligi $2^0/_{00}$ dan kichik bo'lmagan holda belgilanadi.

Ko'ndalang profillarni rejalash. Yer ishlarini bajarish uchun yer qavatini (o'qi, qirrasi, kyuvet va boshqa tavsifli nuqtalar)ni batafsil rejalash amalga oshiriladi.

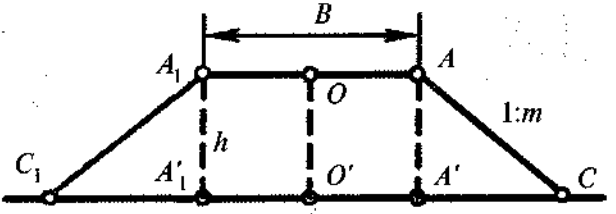
Trassaning to'g'ri chiziqli qismlarida ko'ndalang profil har 20–40 m oraliqda rejalanadi.

Planli rejalash bilan bir vaqtda yo'lning qirra qismini loyihaviy balandligi joyga rejalanadi.

Ishchi otmetkalar, ya'ni ko'mma balandligi yoki qazilma chuqurligi loyihaviy balandlik va o'q bo'ylab joy balandligi farqiga teng bo'ladi.

Har bir piket oralig'ida rejalangan yo'l qatlami 30–50 m masofalarda maxsus belgilar bilan mahkamlab boriladi.

Ko'mma joylarda ko'ndalang profilni rejalash. Ko'mma joylarda ko'ndalang profilni rejalashda (72-rasm) quyidagi nuqtalar joyda belgilanadi: o'q nuqta O' holati, A', A'_1 qirra proyeksiyalari va C, C_1 nuqtalar.



72-rasm.

Agarda ko'ndalang profil joyda 3–4° dan katta bo'lmasa, u holda quyidagini qabul qilish mumkin:

$$O'A'_1 = O'A' = B/2 \text{ va } A'C = A'_1C_1 = mh,$$

bu yerda B – yo'lning loyihaviy eni;

h – ko'mma balandligi;

$1{:}m$ – yonbag'ir nishabligi.

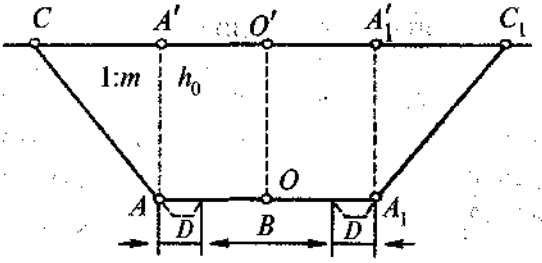
$O'C$ gorizontal masofa $l = (B:2') + mh$.

Shunday qilib, tekis joylarda ko'ndalang profilni rejalashda yo'l o'qidan ikkala tomonga qirra o'rnini belgilash uchun $(B{:}2)$ masofa va yonbag'ir o'rnini belgilash uchun $l = (B{:}2') + mh$ masofalar o'lchab qo'yiladi.

Qazilma joylarda ko'ndalang profillarni rejalash. Bunday hollarda yer yuzasida trassaning o'q nuqtalari O', C, C_1, A', A'_1 (73- rasm) belgilanadi.

Nisbatan tekis joyda yo'l o'qidan $O'A' = O'A'_1 = B/2 + D$ masofalarni ayirish yo'li bilan A' va A_1 nuqtalar topiladi.

Bu nuqtalardan yonbag'ir qiymati mh_0 o'lchab qo'yiladi va qazilma C va C_1 mahkamlanadi.



73-rasm.

48-§. Avtomobil yo'llarida virajlar

Viraj elementlari. Radiusi 3000 m dan kichik bo'lgan I darajali yo'llar qayrilmalarida va 2000 m dan kichik bo'lgan boshqa darajadagi yo'llar qayrilmalarida virajlar, ya'ni yo'l qoplamasiga qayrilma markaziga yo'naltirilgan bir tomonlama nishablik beriladi.

Bir tomonlama nishablik aylanma qayrilmalarning barcha qismida saqlanib qoladi. Bir tomonlama nishablikdan ikki tomonlama nishablikka o'tish viraj o'tish qismi, ya'ni o'tish qayrilmasida amalga oshiriladi.

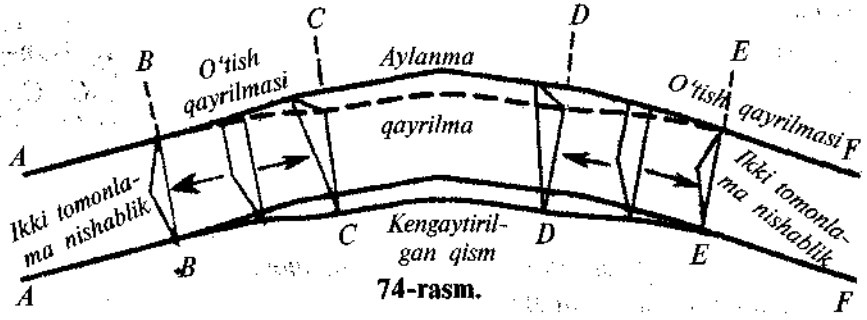
74-rasmda virajning umumiy sxemasi keltirilgan. Virajning asosiy elementlari quyidagilardan iborat:

1) viraj nishabligi, ya'ni bir tomonlama nishablik qiymati;

2) viraj o'tish qismi uzunligi;

3) viraj uzunligi;

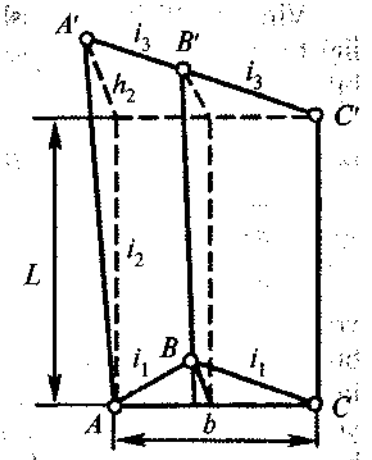
4) yurish qismining kengaytirilgan o'lchami kattaligi.



74-rasm.

Virajning ko'ndalang profili qayrilmaning radiusiga bog'liq bo'ladi. Qayrilma radiusi 3000–1000 m bo'lgan hollarda viraj nishabligi ikki tomonlama profilning ko'ndalang nishabligi qiymatiga teng qilib belgilanadi.

Qayrilma radisi 1000 m dan kichik bo'lganda viraj nishabligi yurish qismining ko'ndalang nishabligi qiymatidan katta qilib loyihalanadi. Viraj nishabligining eng katta qiymati $60^0/_{00}$ gacha bo'lishi mumkin ($R \leq 600$ m).



75-расм.

Virajga o'tish qismi ikki tomonlama nishablikdan bir tomonlama nishablikka bir tekis o'tishdan iborat.

Virajga o'tish qismining tashqi qoshi qo'shimcha i_2 bo'ylama nishablik bilan ko'tariladi (75-rasm).

Virajga o'tish uzunligi L qancha katta bo'lsa, i_2 nishablik shuncha kichik bo'ladi va ikki tomonlama profildan bir tomonlama nishablikka o'tish bir tekisda bajariladi.

I va II darajali yo'llar uchun i_2 qiymati $5^0/_{00}$ dan, III–V darajali yo'llar uchun esa $10^0/_{00}$ va tog'lik joylar uchun $20^0/_{00}$ dan oshmasligi kerak.

Virajga o'tish uzunligi L quyidagi ifoda yordamida hisoblanishi mumkin:

$$L = h_2 : i_2 = (bi_3) : i_2, \qquad (X.2)$$

bu yerda b – yo'l yurish qismining eni; i_3 – virajning ko'ndalang nishabligi.

Radiusi 700 m va undan kichik bo'lgan virajlarning yurish qismi kengaytiriladi.

Virajni rejalash. Joyda virajni rejalash yo'l bo'ylab 5–10 m oraliqda ko'ndalang profil tuzish orqali amalga oshiriladi.

Virajga o'tishning boshlanish qismi nishabligi yo'l nishabligi bilan teng qilib olinadi, oxiri esa bir tomonlama nishablik bilan belgilanadi.

Virajda ko'ndalang profilni hisoblashda ko'ndalang nishablikdan tashqari bo'ylama nishablik ham e'tiborga olinadi.

49-§. Serpantinalar

Serpantinalarning asosiy elementlari. Tik qiyalik joylarda yo'llarni trassalashda ko'pincha o'tkir ichki burchakli egri-bugri ko'rinishdagi chiziq hosil qilishga to'qri keladi. Bunday hollarda yo'lning to'g'ri qismlarini an'anaviy qayrilmalar yordamida tutashtirishga imkoniyat yo'q. Bu qayrilmalarning boshi bilan oxiri orasidagi balandliklar farqining kattaligi va ular orasidagi masofaning kichikligi hisobiga, yo'l qo'yarlidan kattaroq bo'lgan bo'ylama nishablik hosil bo'ladi. Shu sababli, bunday uchastkalardagi chiziqlarni tutashtirish *serpantina* deb nomlangan murakkab qayrilmalar yordamida amalga oshiriladi (76-rasm).

Tog'li joylardagi trassalarda serpantinalar jarlik, soylik, mustahkam bo'lmagan joylar va boshqa to'siqlarni aylanib o'tishda loyihalanadi.

Serpantinaning asosiy elementlari quyidagilar hisoblanadi:

1) R radiusli asosiy aylanma qayrilma FDE;

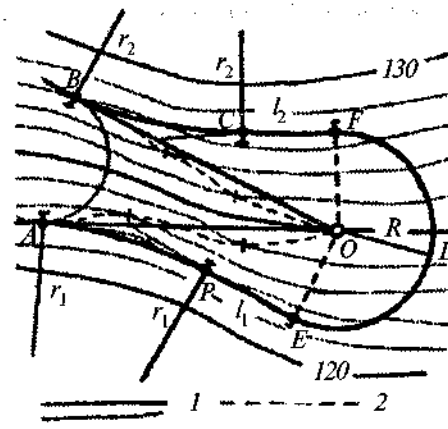
2) r_1 va r_2 radiusli ikkita yordamchi qayrilmalar AP va BG;

3) ikkita to'g'ri kiritma yoki $PE = FG = l_2$ o'tish qayrilmasi.

Agarda serpantinaning yordamchi radiuslari va to'g'ri kiritmalari teng bo'lsa, ya'ni $r_1 = r_2$ va $l_1 = l_2$ bo'lsa, u holda u simmetrik serpantina deyiladi (77-rasm).

Serpantinalarni barpo qilish III–V darajali yo'llarda ruxsat etiladi. Harakat tezligi 30–25 km/soat bo'lganda serpantinaning asosiy qayrilma radiusi 30–20 m, o'tish qayrilmasining radiusi 30–25 m, virajning ko'ndalang nishabligi $60^0/_{00}$, eng katta bo'ylama nishabligi $30–35^0/_{00}$, yordamchi qayrilmalar radiuslari 150–100 m bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Simmetrik serpantinalarni hisoblash. Serpantinalarni hisoblashda, odatda, asosiy qayrilma radiusi R, yordamchi qayrilmalar radiuslari r hamda o'tish qayrilma qiymati l beriladi. φ burchak (77-rasm) joyda o'lchanadi. Serpantinani joyga ko'chirish uchun kerakli bo'lgan boshqa elementlar: β, d, γ, φ_0 hisoblanadi.

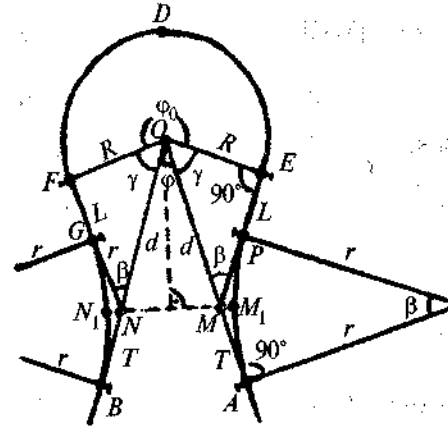


76-rasm.

Yordamchi qayrilmalarning burilish burchagi β *ONF* yoki *OME* to'g'ri burchakli uchburchakdan topiladi,

$$\text{tg}\beta = OF/NF.$$

$OF = R$, $NF = l + T$ ekanligini hisobga olib, bu yerda T – yordamchi qayrilma tangensi uzunligi,



76-rasm.

$T = r \text{ tg } \beta/2$, u holda

$$\text{tg } \beta = R/(l + T) = R/(l + r \text{ tg } \beta/2). \qquad \text{(X.3)}$$

(X.3) ifoda $\text{tg}\beta/2$ ma'lum bo'lgani sababli quyidagi

$$(2r + R) \text{ tg}^2 \beta/2 + 2 l \text{ tg } \beta/2 - R = 0$$

kvadrat tenglamani yechish orqali aniqlanadi. Bundan:

$$\text{tg}\beta/2 = \frac{-l+\sqrt{l^2+(2r+R)R}}{2r+R}. \qquad (X.4)$$

ONF uchburchakdan *ON* masofa quyidagicha hisoblanadi:

$$ON = d_1 = R/\sin\beta. \qquad (X.5)$$

Tekshirib ko'rish uchun *d* quyidagicha qayta hisoblanadi:

$$D = (l + T)/\cos\beta. \qquad (X.6)$$

Serpantina markazidagi burchak

$$\gamma = 90^\circ - \beta, \qquad (X.7)$$

asosiy qayrilmaning markaziy burchagi

$$\varphi_0 = 360^\circ - 2\gamma - \varphi, \qquad (X.8)$$

asosiy qayrilma uzunligi

$$K = (R\varphi_0^0) : 180^\circ \qquad (X.9)$$

ifodalar yordamida hisoblanadi.

Serpantinalarni rejalash. Serpantinani joyda rejalashda burilish burchagi uchi *O* ga (77-rasm) teodolit o'rnatiladi va *OA*, *OB* stvorlar bo'ylab *d* masofa qo'yiladi. Natijada joyda yordamchi qayrilmalar uchlari *M* va *N* nuqtalar hosil qilinadi. Bu yo'nalishlar bo'ylab tangens qiymati *T* o'lchab qo'yilsa, serpantinaning boshlang'ich *A* va *B* nuqtalari topiladi. Keyin *OA* tomonga nisbatan γ burchak o'lchanadi. Topilgan *OE* yo'nalish bo'ylab asosiy qayrilma radiusi *R* o'lchab qo'yiladi va joyda asosiy qayrilmaning boshi *E* nuqta belgilanadi. Xuddi shu tarzda *OB* tomon orqali asosiy qayrilmaning oxirgi *F* nuqtasi topiladi.

Asosiy qayrilmalarni batafsil rejalash 3–5 m oraliqda bajariladi. Buning uchun φ_0 burchak tegishli qismlarga bo'linadi va teodolit yordamida berilgan yo'nalish bo'ylab qayrilma markazidan *R* radius qiymati o'lchab qo'yiladi.

Joyda β burchakni yasash aniqligi R va d qiymatlarni o'lchab qo'yish aniqligiga bog'liq.

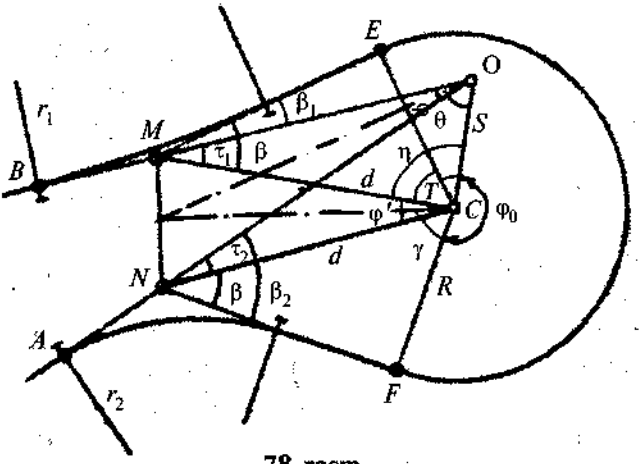
Agarda $\sin\beta = R/d$ desak, xatoliklar nazariyasiga binoan

$$m_\beta^2/\mathrm{tg}^2\beta = m_R^2/R^2 + m_\alpha^2/d^2,$$

bundan

$$m_\beta = \sqrt{2}\rho'\mathrm{tg}\beta\frac{m_s}{S} \qquad (X.10)$$

Nosimmetrik serpantinalar. O'pirilgan joylarni yoki geologik jihatdan mustahkam bo'lmagan joylarni aylanib o'tish uchun turli radiuslardagi yordamchi qayrilma va turli to'g'ri kiritmali nosimmetrik serpantinalar hosil qilishga to'qri keladi.



78-rasm.

O nuqta (78-rasm) trassaning qayrilish burchagi uchi bo'lsin. S nuqta serpantinaning tanlangan markazi. Joyda O nuqtada burchagidan tashqari, qo'shimcha $AOC = \theta$ burchak va $OC = S$ masofa o'lchanadi.

Berilgan R, r, l qiymatlar yordamida serpantinaning asosiy elementlari β, T, α, γ, φ_0 hisobanadi. Lekin serpantinani rejalash uchun qo'shimcha τ_1, τ_2 va η burchaklar qiymatlari aniqlanishi kerak.

MOC va *NOC* uchburchaklardan quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$\begin{aligned} \sin\tau_1 &= (S/d)\ \sin\ (\varphi + \theta), \\ \sin\tau_2 &= (S/d)\ \sin\ \theta. \end{aligned} \qquad (X.11)$$

τ_1 va τ_2 burchaklar qiymati yordamida φ ni hisoblash mumkin:

$$\varphi = \varphi + \tau_1 - \varphi_2. \qquad (X.12)$$

Yordamchi qayrilma radiuslari r_1 va r_2 quyidagicha ifodalanadi:

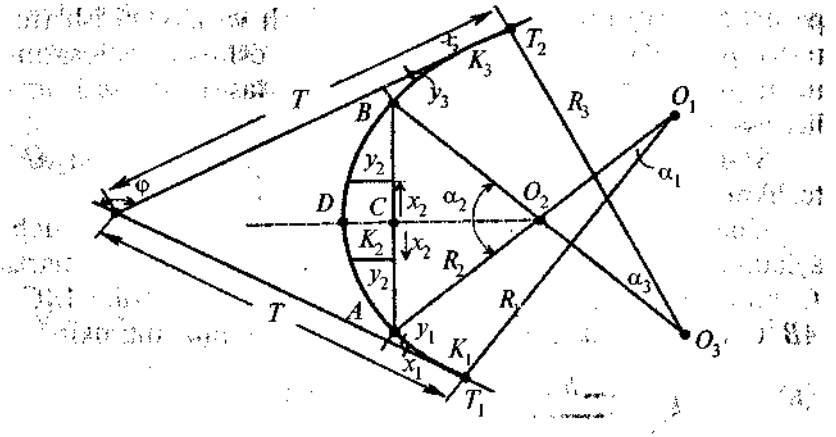
$$r_1 = \frac{T}{\mathrm{tg}\beta_1/2};\ r_2 = \frac{T}{\mathrm{tg}\beta_2/2}. \qquad (X.13)$$

50-§. Avtomobil yo'llaridagi tutashma va kesishmalarni rejalash

Bir sathda kesishish. Avtomobil yo'llarini bir sathda tutashtirish va kesishtirishda yo'llar o'qlarining kesishish burchagi o'lchanadi va qulayroq sharoitga ega bo'lgan joylarda bitta yo'l ikkinchisi bilan tutashtiriladi. O'qlar kesishish burchagi to'g'ri burchakka yaqin bo'lishi maqsadga muvofiq. Tutashish joyida asosiy yo'l imkon boricha to'g'ri chiziqli bo'lishi kerak. Kesishuvchi yo'larni tutashtirishda uchta qayrilmadan tashkil topgan qayrilma qo'llanilishi mumkin (79-rasm): R_2 radiusli K_2 o'rtadagi qayrilma va R_1, R_3 radiusli K_1 va K_2 chetdagi qayrilmalar. R_1 va R_3 qiymatlari R_2 dan ikki-uch marta katta bo'ladi.

Qayrilmalarni batafsil rejalash to'g'ri burchakli koordinatalar usulida har 5 m dan amalga oshiriladi. Aylanma qayrilmaning o'rta qismi vatarga nisbatan *y* ordinatalar orqali rejalanadi.

Avtomobil yo'li temiryo'l bilan bir sathda kesishganda o'qlar orasidagi o'tkir burchak 60° dan kichik bo'lmasligi kerak.



79-rasm.

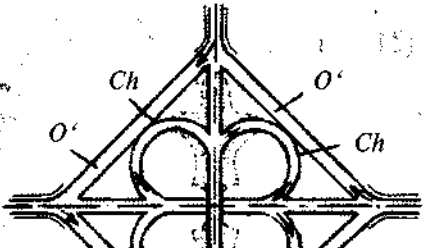
Turli xil sathlarda kesishish. Birinchi darajali yo'llar barcha darajadagi yo'llar bilan, ikkinchi darajali yo'llar II va III darajali yo'llar bilan o'zaro yo'l o'tkazuvchi qurilmalar yordamida kesishishadi va bir yo'ldan ikkinchisiga o'tiladi. 80-rasmda bunday kesishishning „beda bargi" ko'rinishi keltirilgan.

Ch harfi bilan chapga qayrilish uchun pastga tushish yo'llari, *O'* harfi bilan o'ngga tutashish qismlari ko'rsatilgan.

Chapga qayrilish radiuslari 60–50 m dan, o'ngga qayrilish 250 m dan kichik bo'lmasligi kerak. Yurish qismining eni chapga qayrilishi 5,5 m, o'ngga qayrilishi 5 m bo'lishi talab etiladi.

Barcha bir tomonlama pastga tushish yo'llarida viraj nishabligi 20–60‰ qilib belgilanadi.

Birinchi va ikkinchi darajali yo'llarda, ba'zan uchinchi darajali yo'llarning

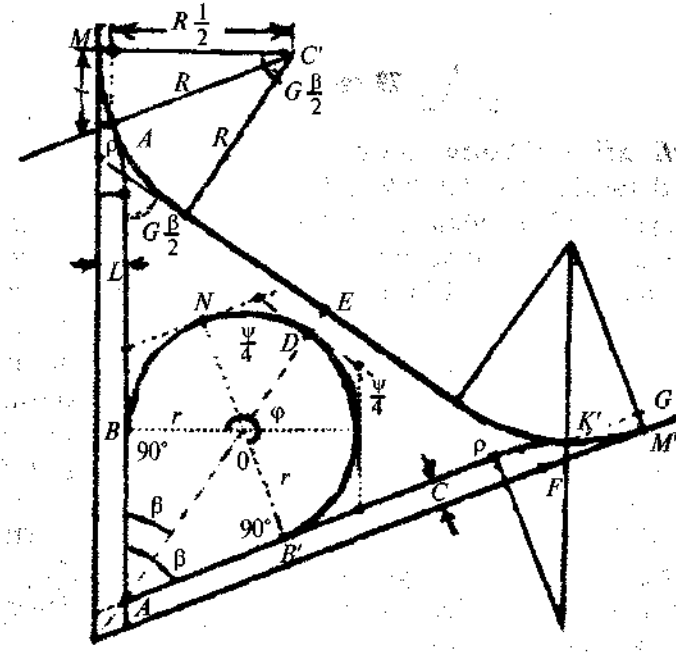


80-расм.

pastga tushish qismlarida tezlikni oshirish va pasaytirish (to'x-tash) polosalari loyihalanadi. Tezlikni oshirish polosasining uzunligi 150–200 m, kamaytirish (to'xtash) polosasi uzunligi esa 100–75 m belgilanadi.

81-rasmda OM va OM' avtomagistral o'qlari, AP va AP' – tezlikni oshirish polosalarining o'qlari ko'rsatilgan.

Chap tomondan pastga tushish yo'lini rejalash uchun aylanma qayrilmalarning boshlang'ich B, oxirgi B' va markazi C nuqtalari holatini joyda aniqlash kerak bo'ladi. ABC va $AB'C$ uchburchaklardan quyidagini yozishimiz mumkin:



81-rasm.

$$AB = AB' = r/\mathrm{tg}\beta/2,$$

bu yerda r – halqa radiusi, β – yo'llar o'qlarining kesishish burchagi.

Tezlikni oshirish polosasi bo'ylab AB va AB' masofa

o'lchab qo'yiladi va joyda B va B' nuqtalar topiladi. Buning uchun ψ burchak to'rtta bo'lakka bo'linadi.

O'ng tomonga qayrilish tutashmasini rejalash uchun burilish burchaklari E va F' holati topiladi.

OEF to'g'ri burchakli uchburchakdan

$$OF = \frac{OE}{\cos\beta/2}. \qquad (X.14)$$

Masofa $OE = OA + AD + DE$, bunda

$$OA = \frac{l}{\sin\beta/2}, \qquad (a)$$

bu yerda l – magistral o'qlari va tezlikni oshirish polosasi orasidagi masofa.

$$\text{Kesma } AD = AC + r = \frac{r}{\sin\beta/2} + r = r\left(1 + \frac{1}{\sin\beta/2}\right) \qquad (b)$$

DE kesma esa quyidagicha ifodalanadi:

$$DE = B/2 + B'/2 + D. \qquad (d)$$

(a), (b), (d) ifodalarni hisobga olsak:

$$OE = \frac{l}{\sin\text{в}/2} + r\left(1 + \frac{1}{\sin\text{в}/2}\right) + \frac{B}{2} + \frac{B'}{2} + D. \qquad (X.15)$$

(X.14) va (X.15) ifodalar yordami OE va OF masofalar hisoblanib, F va F' nuqtalar holati joyda belgilanadi, keyin qayrilma rejalanadi. Qayrilma elementlari R radius yordamida aniqlanadi.

51-§. Temiryo'l izlarining qo'shilishlari va parklarni rejalash

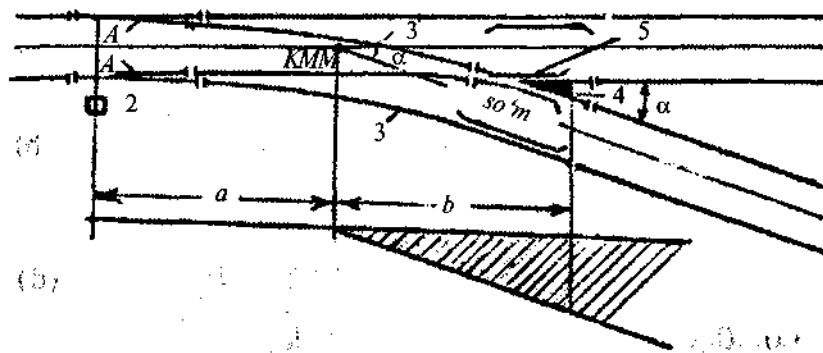
Izlar tutashishi. Temiryo'l izlari tutashishi maxsus strelkali o'tkazgich moslamalari yordamida amalga oshiriladi. Strelkali o'tkazgich moslamasining asosiy qismlari quyida-

gilardan iborat (82-rasm): o'tkir uchlar *1*, o'tkazib yuboruvchi mexanizm *2* bilan o'tkazuvchi qayrilma *3* va krestovina *4*. Krestovina qirralari orasidagi burchak krestovina burchagi deyiladi. $2\text{tg}\alpha/2$ ifoda strelka belgisi deyiladi va $1/N$ orqali belgilanadi.

A burchak qiymati kichik bo'lganda:

$$1/N = 2\text{tg}\alpha/2 \approx \text{tg}\alpha. \qquad \text{(X.16)}$$

Yuk tashuvchi yo'llar uchun strelkali o'tkazgichning belgisi $1/9(\alpha = 6^0 20'25'')$, yo'lovchi tashuvchi izlar uchun esa $1/11(\alpha = 5^0 11'40'')$, $1/22(\alpha = 2^0 35'50'')$ qabul qilinadi.



82-rasm.

Krestovinalar qirralarining kesishish nuqtasi 5 krestovinaning matematik markazi (*KMM*) deyiladi, ikkita birlashuvchi izlar o'qlarining kesishish joyi esa strelkali o'tkazgich markazi (*SO'M*) deyiladi. Strelkali o'tkazgich markazidan strelka boshigacha bo'lgan *Q* masofa hamda krestovina oxirigacha bo'lgan *b* masofalar standart hisoblanadi va barcha turdagi strelkali o'tkazgichlar va rels turlari uchun jadvalda keltirilgan bo'ladi.

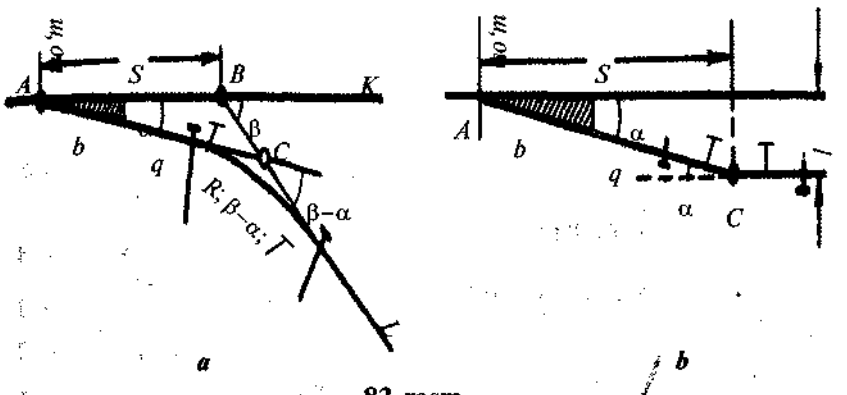
Loyihalanayotgan *CL* (83- *a* rasm) izning mavjud *AK* bilan tutashmasini rejalash uchun izlar o'qlarining kesishish nuqtasi *B* topiladi va tutashish burchagi β o'lchanadi.

Strelkali o'tkazgich izni o'zgarmas α burchakka siljitishini e'tiborga olib, *CL* va *BK* yo'llarni tutashtirish uchun strelkali o'tkazgich markazini tutashish burchagi uchi *B* da emas, balki qandaydir *A* nuqtada joylashtirish kerak bo'ladi.

$AB = S$ tomon barcha uchta burchak: α, 180 − β, β − α va $AC = b + q + T$ tomoni ma'lum bo'lgan *ABC* uchburchakni yechish orqali topiladi,

$$S = \frac{(b+q+T)\sin(\beta-\alpha)}{\sin\beta}, \qquad \text{(X.17)}$$

bu yerda: α burchak va *b* qiymat o'tish belgisi yordamida aniqlanadi; β burchak joyda o'lchanadi; to'qri qo'yilish *q* berilgan bo'ladi; tangens *T* jadvaldan olinadi yoki $T = R\text{tg}(\beta - \alpha)/2$ ifoda orqali hisoblanadi.



83-rasm.

Kesishish nuqtasi *B* dan yo'l o'qi bo'ylab *S* kesma o'lchab qo'yilib, strelkali o'tkazgich *A* nuqtaning o'rni topiladi.

BC qiymat quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$BC = \frac{(b+q+T)\sin\alpha}{\sin\beta}. \qquad \text{(X.18)}$$

Trassaning burilish uchi $C = \beta - \alpha$. Parallel yo'llar

tutashganda strelkali o'tkazgich markazidan (13- *b* rasm) burilish burchagi uchi *C* gacha bo'lgan masofa:

$$S = l/\text{tg}\alpha = lN, \qquad \text{(X.19)}$$

bu yerda: l – yo'llar o'qlari orasidagi masofa.

To'g'ri qo'yilish quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

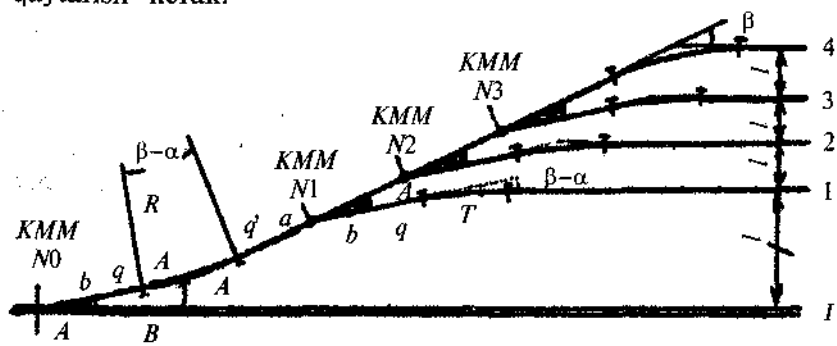
$$q = l/\sin\alpha - (b + T). \qquad \text{(X.20)}$$

Strelkali o'tkazgich ko'chasi. Parallel yo'llarni tutashtirish uchun strelkali o'tkazgichlar qatori joylashtirilgan temiryo'llar *strelkali o'tkazgich ko'chasi* deyiladi.

Strelkali o'tkazgich ko'chasi bosh yo'lga nisbatan turli burchak ostida bo'lishi mumkin.

Strelkali o'tkazgich ko'chasi uzunligini kamaytirish uchun uni bosh yo'lga nisbatan burchak ostida loyihalash kerak, ya'ni $\beta = 2\alpha, 3\alpha...$ Bunday holda strelkali ko'cha (84-rasm) bosh yo'l 1 bilan 0 raqamli strelkali o'tkazgich yordamida tutashadi.

Yo'llar parki bosh yo'lga parallel bo'lishi uchun α burchakka burishdan tashqari, qo'shimcha $\beta - \alpha$ burchakka qaytarish kerak.



84-rasm.

Strelkali o'tkazgich ko'chasini rejalash uchun oldin bosh yo'lga α krestovina burchagi ostida, boshlanqich strelkali o'tkazgichdan *b* qiymati, to'qri qo'yilish *q* va tangens

uzunligi T o'lchab qo'yiladi. Topilgan qayrilish uchida $180 - -(\beta - \alpha)$ burchak yasaladi va strelkali o'tkazgich yo'nalishi topiladi, u bo'ylab strelkali o'tkazgichlar rejalanadi.

Yo'llar parki. Yo'llar parkini rejalashda ikkita asosiy talab qo'yiladi: 1) barcha strelkali o'tkazgichlar markazlari bitta to'g'ri chiziqda joylashishlari kerak. 2) park yo'llarining barcha o'qlari parallel bo'lishi kerak.

Rejalashda qutbiy va to'qri burchakli koordinatalar usullari qo'llaniladi.

Poyezdni 180°ga burish uchun burilish uchburchaklari yoki burilish halqalari quriladi.

Nazorat savollari

1. Avtomobil yo'llari qanday turkumlarga bo'linadi?
2. Temiryo'llar qanday turkumlarga bo'linadi?
3. Yo'l qurishdagi qidiruv ishlar texnologik sxemasi nimadan iborat?
4. Trassani tiklashdagi geodezik ishlar tarkibi nimalardan iborat?
5. Avtomobil yo'llari qanday qismlardan iborat?
6. Avtomobil yo'llarida nishabliklar qanday tanlanadi?
7. Temiryo'lning asosiy qismlari nimalardan iborat?
8. Ko'mma joylarda ko'ndalang profilni rejalash tartibini ayting.
9. Virajlar nima maqsadda quriladi?
10. Virajning asosiy elementlari nimalardan iborat?
11. Virajning nishabligi qanday tanlanadi?
12. Viraj nishabligi nimaga bog'liq?
13. Virajga o'tish uzunligi qanday hisoblanadi?
14. Virajni rejalash qanday amalga oshiriladi?
15. Serpantina nima va qaysi holatlarda tuziladi?
16. Serpantinaning asosiy elementlari nimalardan iborat?
17. Serpantina qanaqa darajali yo'llarda barpo etiladi?
18. Simmetrik serpantinaga ta'rif bering.
19. Nosimmetrik serpantinaga ta'rif bering.
20. Serpantinani rejalashda qanday elementlar hisoblanadi?
21. Serpantinani rejalash tartibini aytib bering.
22. Turli xil sathlardagi yo'llar qanday kesishtiriladi?
23. Temiryo'l izlarini tutashtirish qanday amalga oshiriladi?
24. Strelkali o'tkazgich qanday qismlardan iborat?

25. Yuk tashuvchi yo'llarda strelkali o'tkazgichning qanaqa belgisi qo'llaniladi?

26. Krestovinaning matematik markazi deb nimaga aytiladi?

27. Strelkali o'tkazgich ko'chasi deb nimaga aytiladi?

28. Yo'llar parkini rejalashga qanday talablar qo'yiladi?

Tayanch so'zlar: *yo'l darajasi, trassani tiklash, yonbag'ir, kyuvet, yurish qismi, to'shalma qatlam, viraj, o'tish qismi, serpantina, aylanma qayrilma, yordamchi qayrilma, simmetrik serpantina, nosimmetrik serpantina, tutashma, kesishma, „beda bargi" usuli, krestovina, strelkali o'tkazgich, yo'llar parki.*

XI BOB. KO'PRIK ORQALI O'TISH JOYLARIDAGI GEODEZIK ISHLAR

52-§. Suv havzalari orqali o'tish

Ishlar tarkibi. Katta hajmdagi suv havzalaridan o'tish uchun quriladigan inshootlar murakkab injenerlik inshooti hisoblanadi.

Ko'prik orqali o'tish joyi loyihasi, shu joyning topografik va injener-geologik sharoitini, daryoning gidrologik rejimini o'rganish jarayonidagi qidiruv ishlar majmuiga asoslangan holda tuziladi.

Katta hajmdagi ko'prik qurish jarayonidagi qidiruv ishlari tarkibi quyidagilardan iborat:

1. Topografik-geodezik ishlar:

a) variantlarni trassalash, o'tish joyini tanlash;

b) o'tish joyining tafsilotlar planini tuzish;

d) ko'prik uzunligini aniqlash;

e) planli rejalash asosini barpo etish;

f) balandlik asosini barpo qilish, suv to'sig'i orqali balandlik uzatish.

2. Injener-geologik qidiruv:

a) yirik masshtabli injener-geologik plan olish;

b) batafsil geologik qidiruv, geologik profil tuzish;

d) qurilish ashyolari karerini qidirish.

3. Gidrometrik o'lchashlar:

a) suv sathi balandligini aniqlash;

b) oqim tezligini o'lchash;

d) nishablikni, suv sarfini aniqlash.

Ko'prik orqali o'tish joyini tanlash. Ko'prik o'rnini tanlash geodezik qidiruv ishining muhim masalasi hisoblanadi. Tanlangan joy trassa yo'nalishiga mos tushishi va quyidagi talablarni qoniqtirishi kerak:

1. O'tish o'qi oqim yo'nalishiga perpendikular holda joylashishi kerak, shu o'rinda daryoning ushbu qismi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lishi kerak.

2. Ko'prik daryoning eng tor joyini kesib o'tishi kerak.

3. O'tish joyi qulay geologik sharoitga ega bo'lishi va qirg'oqlari yassi relefdan iborat bo'lishi kerak. Daryo o'zani vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydigan bo'lishi talab etiladi.

Geologik ma'lumotlarni o'rganish asosida o'tish joyining qulay varianti tanlanadi.

53-§. O'tish joylarini planga olish

Uzunligi 100 m dan katta bo'lgan ko'priklarni loyihalash uchun tafsilotlar plani hamda yirik masshtabli plan tuziladi.

Tafsilotlar plani ko'prikning bosh planini ishlab chiqishda, boshqarish inshootlarining joylashish sxemasini tanlashda, injener-geologik plan olishda asos bo'lib xizmat qiladi. Bu plan qurilish ishlarini tashkil qilish va geodezik ishlar yuritish loyihasini tuzishda qo'llaniladi.

Tafsilotlar plani o'rtacha daryolar (eni 500 m gacha) uchun 1:5000 masshtabda, katta daryolar uchun esa 1:10000 masshtabda tuziladi. Plan olish taxeometrik usulda amalga oshiriladi.

Tafsilotlar planida asosan oqim tezligi va yo'nalishiga ta'sir etuvchi tafsilotlar konturi va relef elementlari, daryo o'zani, daryoda mavjud bo'lgan gidrotexnik va ko'prik inshootlari, relefning tavsifli bo'lgan elementlari, qirg'oq va suv balandligi tasvirlanadi.

Katta daryolardagi o'tish joylarini planga olish, o'tish joyi to'g'risidagi to'liq tasavvur beridagan aerofotogrammetrik usulda bajarilishi mumkin. Tog'li hududlarda yerdan stereofotogrammetrik planga olish usuli qo'llaniladi.

Uchburchak qatorlari ko'rinishidagi tarmoqlar plan olish uchun geodezik asos bo'lib xizmat qiladi. Punktlar turli qirg'oqlarda joylashgan bo'lib, nuqtalar balandligi trigonometrik nivelirlash usulida uzatiladi.

O'tish joyining batafsil plani ko'prik inshootlarining ishchi chizmalarini va tarssaning ko'prikka tutashish loyihasini ishlab chiqish uchun kerak bo'ladi. Ko'prik uzunligi 500 m gacha bo'lganda plan masshtabi 1:1000, relef kesim balandligi 0,5 m, 500 m dan katta bo'lganda esa 1: 2000 masshtabda, gorizontal kesim balandligi 1 m qilib qabul qilinadi.

Batafsil plan ko'prik inshootlarining ishchi loyihasi uchun topografik asos hisoblanadi, shuning uchun plan olish aniqligi plan masshtabi talablariga mos kelishi kerak. Ochiq joylarda menzulaviy yoki taxeometrik plan olish usuli qo'llaniladi. Plan olish asosi bo'lib teodolit va nivelir yo'llari xizmat qiladi.

Chuqurlikni o'lchash qishda muz bo'ylab, yozda esa qayiqda bajariladi. Har bir o'lchash tikligida daryo chuqurligi, tiklikning planli holati, o'lchash vaqtida suv sathi otmetkasi aniqlanadi. Daryo chuqurligi reyka yoki daryo exoloti yordamida o'lchanadi. O'lchash tikligining planli holati qirg'oqda joylashgan bazis yordamida kesishtirish usuli orqali aniqlanadi.

Chuqurlikni o'lchash vaqtida suv sathining o'zgarishi kuzatib boriladi. O'lchash natijalariga binoan daryo tagi otmetkasi hisoblanadi va planga tushiriladi.

54-§. Ko'prik orqali o'tish joylari uzunligini aniqlash

Ko'prik orqali o'tishning loyihasini tuzishda, qaramaqarshi qirg'oqda suvga botmaydigan yerda joylashgan ikkita boshlang'ich punktlar orasidagi masofani bilish kerak bo'ladi. Bu masofa ko'prik orqali o'tishning uzunligi deyiladi va u

ko'prik inshootlarini boshlang'ich punktlarga analitik bog'lash uchun qo'llaniladi.

Ma'lumki, ko'prikning umumiy uzunligi quyidagicha hisoblanadi:

$$L = \sum_{1}^{n} l_i + \sum_{1}^{n-1} p_i + (q_1 + q_2), \qquad \text{(XI.1)}$$

bu yerda l_i — prolyot uzunligi; p_i — prolyot o'qlari orasidagi masofa; q — asos qismi o'qi bilan qirg'oq orasidagi masofa; n — ko'prikning prolyotlari soni.

Ko'prik uzunligini o'lchash aniqligini hisoblaymiz:

$$\delta_L^2 = \sum_{1}^{n} \delta_{li}^2 + (n-1)\delta_p^2 + 2\delta_q^2, \qquad \text{(XI.2)}$$

bu yerda, $\delta_l = l/T$ ko'prik asosini rejalash va oraliq qismini montaj qilish xatoligining cheki (murakkab ko'priklar uchun $\delta_l = l/10000$, oddiy ko'priklar uchun $\delta_l = 1/6000$ deb qabul qilinadi); δ_p — ikkita yonma-yon asos qismining o'zaro bo'ylama xatoligi ($\delta_p = 0{,}5\sqrt{2}$ sm); δ_q — q masofani qo'yish xatoligi (5 mm).

Oraliq qismlari uzunliklari teng ko'prik uchun:

$$\delta_{L(\text{sm})} = \sqrt{n\delta_1^2 + n/2} \qquad \text{(XI.3)}$$

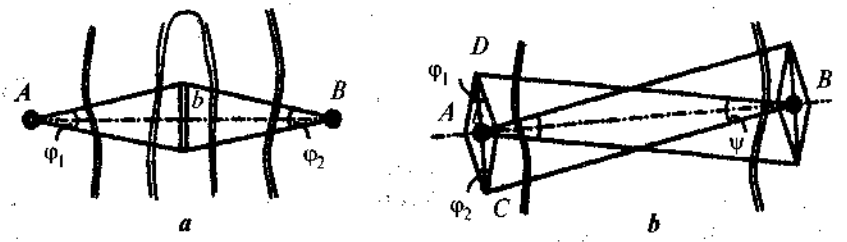
yoki

$$\delta_{L(\text{sm})} = \sqrt{n\left[\left(\frac{l_{(\text{sm})}}{T}\right)^2 + 1/2\right]} \qquad \text{(XI.4)}$$

Masalan, $l = 100$ m; $n = 12 (L = 1200$ m); $1/T = 1/10000$ bo'lsa, $\delta_L = 4{,}2$ sm va $\delta_L/L = 1/28800$ bo'ladi.

Ko'prik uzunligini svetodalnomer yordamida aniqlash maqsadga muvofiq bo'ladi. Qish faslida muz ustida shkalali tasma yordamda o'lchash mumkin.

Paralaktik poligonometriyani qo'llaganda bazis imkon boricha daryo o'rtasiga (orolchaga, muzga) o'rnatilishiga harakat qilinadi (85- *a* rasm).



85-rasm.

Bu holda $AB = S$ chiziq uzunligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$S = (b/2)(\operatorname{ctg}\varphi_1/2 + \operatorname{ctg}\varphi_2/2) \qquad \text{(XI.5)}$$

va nisbiy xatolik quyidagicha ifodalanadi:

$$\left(\frac{m_S}{S}\right)^2 = \left(\frac{m_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{S}{2b\sqrt{2}}\right)^2 \left(\frac{m_\varphi}{\rho}\right)^2. \qquad \text{(XI.6)}$$

Katta daryolarda ko'prik orqali o'tish joyi uzunligini aniqlashda murakkab zveno qo'llaniladi (85- *b* rasm). Bu yerda katta bazis $CD = l$ uzunligi yordamchi romb orqali aniqlanadi. Ko'prik uzunligi $AB = S$ quyidagicha hisoblanadi:

$$S = (b/4)(\operatorname{ctg}\varphi_1/2 + \operatorname{ctg}\varphi_2/2)\operatorname{ctg}\psi/2, \qquad \text{(XI.7)}$$

nisbiy xatolik esa

$$\left(\frac{m_S}{S}\right)^2 = \left(\frac{m_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{l}{2\sqrt{2}b}\right)^2 \frac{m\varphi^2}{\rho^2} + \left(\frac{S}{l}\right)^2 \cdot \frac{m\psi^2}{\rho^2}, \qquad \text{(XI.8)}$$

bu yerda m_b — bazis o'lchash o'rta kvadratik xatoligi;

m_φ — φ_1 va φ_2 paralaktik burchaklarni o'lchash o'rta kvadratik xatoligi;

m_ψ — ψ paralaktik burchakni o'lchash o'rta kvadratik xatoligi.

Ko'prikning uzunligini ishonchliroq aniqlash uchun bunday zvenolar ikkala qirg'oqda yasaladi va S masofa ikki marta o'lchanadi. Bazis sifatida 24, 28 metrli kesmalar qo'llaniladi.

Misol tariqasida $m_b/b = 1/100000$, $b = 24$ m, $S = 1200$ m, $l = 300$ m, $m_\varphi = 1''$, $m_\psi = 1{,}2''$ deb qabul qilsak, $m_S/S = 1/30000$ bo'ladi.

Masofani aniqlash ikkita qirg'oqdan amalga oshirilganda, bu qiymat taxminan $\sqrt{2}$ marta oshishi mumkin, ya'ni:

$$\frac{m_S}{S} = \frac{1}{30000\sqrt{2}} = \frac{1}{42000}.$$

55-§. Balandlik asosini barpo etish. Suv to'sig'idan balandlikni uzatish

Qurilish me'yori va qoidasi (QMQ)ga binoan, katta ko'priklar qurilishida har bir qirg'oqda kamida ikkitadan doimiy reperlar o'rnatilishi kerak. Reperlar imkoni boricha bosh o'qqa yaqin, lekin yer ishlaridan tashqarida geologik jihatdan mustahkam yerga joylashtiriladi. Reperlar balandliklarini aniqlashning o'rta kvadratik xatoligi 3—5 mm dan oshmasligi kerak bo'lib, bu, odatda, III sinf nivelirlash yo'lini o'tkazish bilan ta'minlanadi. Absolut balandliklarni hisoblash uchun nivelir yo'li davlat nivelirlash tarmog'iga bog'lanadi. Bunday holda balandlikni qishda muz ustida nivelirlash yo'li bilan, yozda esa ikkilangan nivelirlash, trigonometrik yoki gidrostatik nivelirlash usullarini qo'llash orqali yechiladi.

Muz ustida nivelirlash. Bunday nivelirlashda asbob shtativi va reyka o'rnatish uchun muz ustiga yog'och qoziqlar muzlatiladi. Qoziq ustiga sferik qalpoqli mix qoqiladi.

Muzning, odatda, balandlik bo'yicha siljishini e'tiborga olib, nivelirlash vaqtida uning holati kuzatib boriladi. Buning uchun har qaysi qirg'oqdan 75—100 m uzoqlikda reyka o'rnatib qo'yiladi va undan doimiy ravishda nivelir orqali

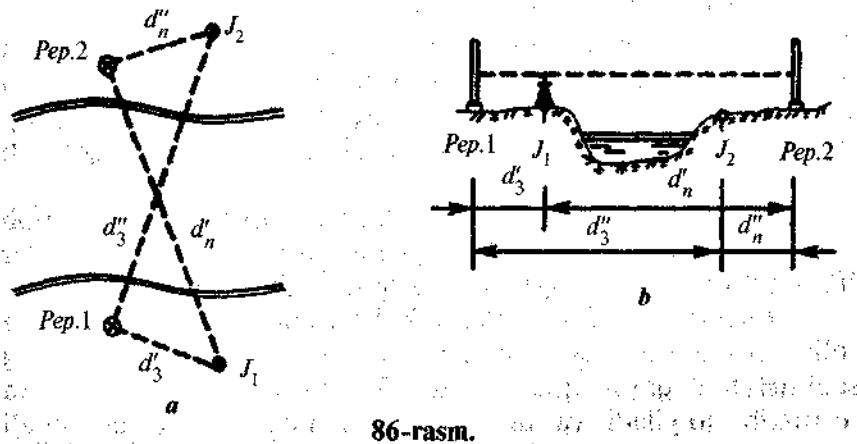
sanoq olib turiladi. Lekin muz daryoning turli joyida turlicha tebranadi, ayniqsa daryo o'rtasida sezilarli miqdorda tebranadi. Shuning uchun bu usul qoniqarli natija bermaydi.

Bir vaqtning o'zida bir nechta kuzatuvchilar tomonidan butun daryo bo'ylab nivelirlash yo'li bilan aniqlikni oshirish mumkin. Trassa har qaysi nivelir uchun qismlarga (150–200 m) bo'linadi. Signal bo'yicha daryoning barcha qismidagi kuzatuvchilar tomonidan bir vaqtning o'zida orqadagi, oldingi va yana orqadagi reykalardan sanoqlar olinadi. Bunday usullar bir necha marta bajariladi va ularning farqi bo'yicha nivelirlash natijalari aniqligi to'g'risida fikr yuritiladi.

Ikkilangan geometrik nivelirlash. Balandlikni suv to'sig'idan uzatishning ikkilangan nivelirlash usuli keng tarqalgan. Ikkala qirg'oqda taxminan bir xil balandlikda reperlar (1- reper va 2-reper) mahkamlanadi va ulardan 10–20 m masofada nivelir uchun J_1 va J_2 stansiyalar tanlanadi (86-rasm). Shu bilan birga masofalar tengligi saqlanishi kerak:

$$d'_{or} = d''_{ol}; \quad d''_{or} = d'_{ol}. \qquad \text{(XI.9)}$$

Nivelirni J_1 nuqtaga o'rnatib, yaqindagi orqa reykadan K_1 sanoq olinadi, keyin 2-reperga o'rnatilgan uzoqdagi reykadan R_1 sanoq olinadi.



86-rasm.

Keyin nivelir ikkinchi qirg'oqqa o'tkaziladi va J_2 stansiyaga o'rnatiladi. Avvalgi fokus masofani o'zgartirmagan holda uzoqdagi reykadan K_2 sanoq olinadi va keyin yaqindagi reykadan R_2 sanoq olinadi. Shu bilan bitta usul tugaydi. Bunday usullar daryo eniga va nisbiy balandlikni topish aniqligiga qo'yiladigan talabga bog'liq holda bir necha bor bajariladi.

Ikkilangan nivelirlash usulida oldingi va orqadagi reykalargacha bo'lgan masofalar tengligi saqlanmaganligi uchun olingan nisbiy balandlikka Yerning egriligi kuchli ta'sir qiladi. Birinchi navbatda bu xatolik uzoqdagi reyka sanoqlariga kuchli ta'sir etadi.

Birinchi yarim usuldan olingan nisbiy balandlik,

$$h_1 = K_1 - P_1. \qquad \text{(a)}$$

Nivelir daryoning boshqa qirg'og'iga o'rnatilgandagi nisbiy balandlik quyidagicha hisoblanadi:

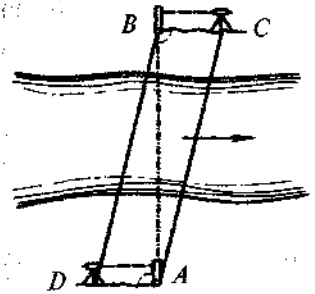
$$h_2 = K_2 - P_2. \qquad \text{(b)}$$

Agarda birinchi va ikkinchi kuzatishlarda adilak va vizir o'qlari orasidagi burchak o'zgarmasa ($i_1 = i_2$) hamda refraksiya ta'siri o'z qiymatini saqlab qolsa ($r_1 = r_2$), u holda o'rtacha nisbiy balandlik bu xatoliklardan ozod bo'ladi. 1- reper va 2 - reper orasidagi o'rtacha nisbiy balandik quyidagicha ifodalanadi:

$$h = (h_1 + h_2)/2.$$

Tirgonometrik nivelirlash. Bu usulda balandlik uzatish uchun zenit masofa qulay sharoitda aniq optikaviy teodolit (T1, T2) bilan o'lchanishi kerak. Kuzatish bir vaqtning o'zida 2 ta teodolit yordamida to'g'ri va teskari yo'nalishda bajariladi.

Daryo orqali bilandligi uzatilishi kerak bo'lgan A va B nuqtalar ko'prikni rejalashda asos punktlari hisoblanadi va reper sifatida foydalaniladi (87- rasm).



87-расм.

Teodolit va vizir markalari $AD = BC$ shart bajarilgan holda parallelogramm uchlariga o'rnatiladi. AD va BC masofalar 3 m dan oshmasligiga harakat qilinadi.

A va B nuqtalarga reyka tik holda o'rnatiladi. Teodolitning NO' aniqlangandan keyin, bir vaqtda ikkala qirg'oqdagi teodolitlar qarash trubalari yaqindagi reykaga qaratiladi va vertikal doira adilagi nol punktga keltirilgandan keyin, undan sanoq olinadi. Bu sanoq asbob balandligi i bilan mos keladi.

O'lchash tugagandan keyin teodolitlar joyi almashtiriladi. Qarama-qarshi qirg'oqda kuzatish zenit masofasini o'lchash bilan boshlanadi.

Ikki tomonlama trigonometrik nivelirlash uchun:

$$h = S \operatorname{tg}\frac{z_1 - z_2}{2} + \frac{l_1 + i_1}{2} - \frac{l_2 + i_2}{2}, \qquad \text{(XI.10)}$$

bu yerda z_1 va z_2 – turli teodolitlar bilan bir vaqtda o'lchangan zenit masofalar;

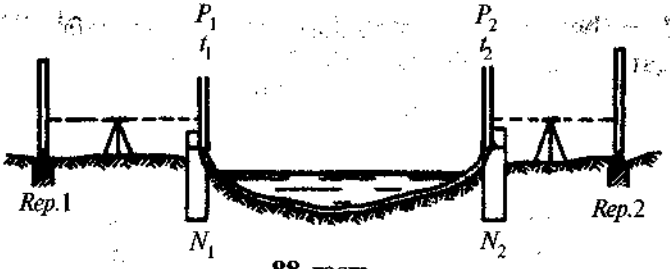
l_1 va l_2 – bir xil vizir markalarning balandliklari;

i_1 va i_2 – A va B reperlardagi asboblar balandligi;

S – A va B punktlar orasidagi masofa.

Gidrostatik nivelirlash. Juda katta suv xavzalari orqali balandlik uzatish gidrostatik nivelirlash usulida amalga oshirilishi mumkin. Daryo tagidan katta bosimda suv bilan to'ldirilgan mustahkam shlang o'tkaziladi. Shlang ikki qirg'oqdagi tayanchga o'rnatiladi (88- rasm). Tayanchdan ma'lum masofadagi joyga reperlar (1- reper va 2- reper) mahkamlanadi. Ikkita nivelir yordamida *1* va *2* moslamalar sathlari reperlar bilan bog'lanadi. Kuzatish ma'lum vaqt oraliqlarida olib boriladi.

Ikkala qirg'oqda bir vaqtda R bosim, suv va havo temperaturasi t o'lchanadi va zaruriyat bo'lganda natijalarga bosim va



88-rasm.

temperaturalarning ta'siri tuzatma shaklida kiritiladi. Qulay sharoitda bu usul bilan suv to'sig'idan balandlikni bir necha millimetr aniqlikda uzatishni ta'minlash mumkin.

56-§. Ko'prikni rejalash asosi

Tarmoqlar turlari. Ko'prik quriladigan joyda, ko'prik tayanchlarini rejalash usuli va joy sharoitiga bog'liq ravishda triangulatsiya, poligonometriya va chiziqli burchak ko'rinishidagi geodezik tarmoqlar barpo etiladi.

Ko'prik asos punktlari holatining xatoligi o'rtacha 10 mm atrofida, punkt koordinatalari xatoligi

$$m_x = m_y = 10/\sqrt{2} = 7 \text{ mm}$$

bo'ladi.

Ko'prik asos punktlari geologik jihatdan mustahkam va rejalash ishlarini bajarish uchun qulay bo'lgan joylarga mahkamlanadi.

O'rtacha va kichik ko'priklarni qurishda ko'prik o'qini belgilovchi punktlardan geodezik asos sifatida foydalanish mumkin. Bu punktlar orasidagi masofani o'lchash nisbiy xatoligi quyidagicha ifodalanadi:

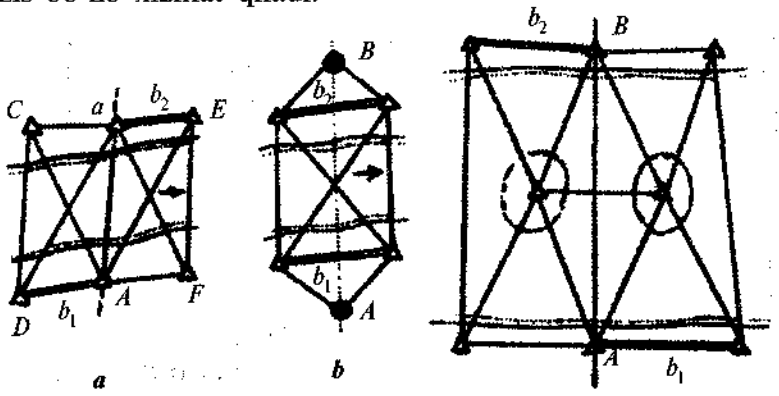
$$\frac{1}{T} = \frac{m_0}{\sqrt{2L}},$$

bu yerda, m_0 – tayanch markazini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi;

L – boshlang'ich punktlar orasidagi masofa.

Agarda m_0 = 20 mm va L = 200 m bo'lsa, $1/T = 20/\sqrt{2 \cdot 2000} = 1/4000$ bo'ladi.

Ko'prik triangulatsiyasi. Ikkilangan geodezik to'rtburchak ko'prik triangulatsiyasining namunaviy shakli hisoblanadi (89-*a* rasm). Bu yerda *AB* tomon ko'prikning bo'ylama o'qi bilan ustma-ust tushgan bo'lib, *CD* va *EF* tomonlarni rejalashda bazis bo'lib xizmat qiladi.



89-rasm.

Ba'zan noqulay sharoitlarda ko'prik o'qi triangulatsiya punktlari bilan qo'shimcha tuzilmalar yordamida tutashtiriladi (89- *b* rasm).

Daryoda orolchalar mavjud bo'lganda ko'prik triangulatsiyasi markaziy tizim ko'rinishidan iborat bo'lishi mumkin.

Rejalash ishlari aniqligini oshirish maqsadida geodezik to'rtburchak chiziq shakliga ega bo'lishi, ya'ni enining bo'yiga nisbati β = arctg 1/2=27° bo'lishi kerak. Lekin bunday o'tkir burchakda uchburchaklarning geometrik bog'lanish xatoligi ortib ketadi va burchak o'lchash aniqligini oshirishga to'g'ri keladi.

Ko'prik triangulatsiyasi loyihasining dastlabki hisobi shakl, azimut va bazis shartlari bo'yicha tenglashtirilgan qator elementlari aniqligini baholash ifodasi yordamida amalga oshiriladi.

Shartli tenglamalar tuzish uchun kerak bo'lgan burchak, tomon va koordinata qiymatlari tarmoq loyihasidan olinadi. Normal tenglamalar tizimini yechish orqali tarmoq elementining teskari vazni $1/P$ hisoblanadi hamda elementni aniqlash o'rta kvadratik xatolik m_F ga ega bo'lgan holda, o'lchangan burchak vazn birligi o'rta kvadratik xatoligini topish mumkin:

$$\mu = m_F / \sqrt{1/P_F}. \qquad \text{(XI.11)}$$

Masalan, $1/P_F = 9{,}6$ lagorifm oltinchi belgisining birligi va $m_F = 10$ mm deb qabul qilsak,

$$\mu = 4{,}3/\sqrt{9{,}6} = 1{,}4''$$

bo'ladi. Odatda, ko'prik triangulatsiyasi punktlari yerdan kuzatilganda ular orasidagi o'zaro ko'rinish ta'minlanadi. Punktlarga trigonometrik belgi sifatida 4–6 m balandlikdagi piramidalar quriladi.

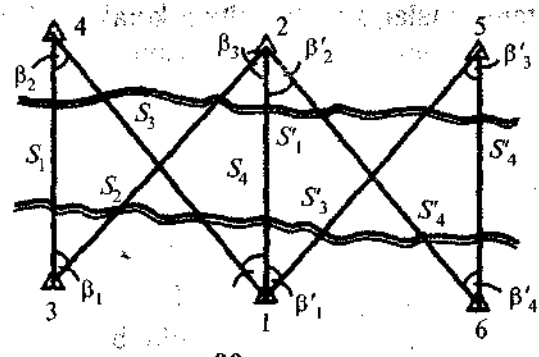
Tarmoqda 2–3 mm dan katta bo'lmagan o'rta kvadratik xatolikda ikkita bazis tomon o'lchanadi.

Masofa o'lchashda svetodalnomer qo'llanilganda bazis sifatida qarama-qarshi qirg'oqlarda joylashgan punktlar orasidagi uzun tomon tanlanadi. Invar tasma uchun qisqaroq qirg'oqdagi tomonlar tanlanadi.

Burchak o'lchashlar T1 yoki T2 teodolitlari yordamida 1–2″ aniqlikda o'lchanadi. Burchak o'lchashda yonlama refraksiya ta'siri kuchli bo'ladi, shuning uchun vizir chizig'i suv va yerdan 2–3 m ko'tariladi, o'lchashlar ertalab va kechqurun olib boriladi.

Ko'prik triangulatsiyasi murakkab usulda tenglashtiriladi va mustaqil tarmoq sifatida hisoblanadi. Koordinata boshi sifatida, odatda, boshlang'ich punktlardan bittasi, abssissa o'qi sifatida ko'prik o'qi qabul qilinadi.

Chiziqli burchak tarmoqlar. Geodezik ishlab chiqarishda aniq svetodalnomerlar tadbiq etilishi munosabati bilan ko'priklarni rejalashda maxsus chiziqli burchak tarmoqlari tavsiya etiladi (90- rasm).



90-rasm.

Bunday tarmoqlarning namunaviy shakli 90-rasmda keltirilgan bo'lib, to'rtta tomon S_1, S_2, S_3, S_4 va to'rtta burchak β_1, β_2, β_3, β_4 o'lchanadi. Qirg'oqdagi tomonlar va burchaklar o'lchanadi. 1—2 tomon ko'prik o'qi bilan ustma-ust tutashtiriladi, 3—4 va 5—6 tomonlar rejalash uchun bazis tomon hisoblanadi.

Bunday tarmoqlar qator afzalliklarga ega. Qirg'oq bo'ylab yo'nalishlar yo'qligi bir xil sharoitda burchak o'lchash imkonini beradi, bu esa yonlama refraksiya ta'sirini kamaytiradi. Punktlar orasidagi o'zaro ko'rinish baland belgilar qurmasdan ta'minlanishi mumkin.

Nisbatan kichik hajmdagi burchak va masofa o'lchashlarda tarmoq yetarli aniqlikni ta'minlaydi.

Bazaviy uchburchakda uchta shakl, tomon va proyeksiya shartlari mavjud. Shakl sharti kesishuvchi diagonallar orasidagi burchaklar tengligidan iborat:

$$180^\circ - (\beta_1 + \beta_2) = 180^\circ - (\beta_3 + \beta_4),$$

ya'ni burchaklar yig'indilari tengligidan:

$$\beta_1 + \beta_2 = \beta_3 + \beta_4 \qquad \text{(XI.12)}$$

yoki

$$\vartheta_{\beta_1} + \vartheta_{\beta_2} - \vartheta_{\beta_3} - \vartheta_{\beta_4} + \omega_\beta = 0,$$

bu yerda

$$\varpi_\beta = \beta_1 + \beta_2 - \beta_3 + \beta_4.$$

Tomonlar shartining mohiyati quyidagidan iborat: ikkita qo'shni uchburchak uchun umumiy bo'lgan, o'lchanmaydigan tomon bilan shu uchburchakning o'lchangan elementlari orqali hisoblangan qiymat bir xil bo'lishi kerak.

Masalan, 2–4 tomon uchun 2, 4, 3 va 2, 4, 1 uchburchaklardan

$$S_1^2 + S_2^2 - 2S_1S_2\cos\beta_1 = S_3^2 + S_4^2 - 2S_3S_4\cos\beta_4, \qquad \text{(XI.13)}$$

proyeksiyalar shartining mohiyati quyidagicha, ya'ni tayanch uchburchak tomonlarining ko'prik o'qiga proyeksiyalari yig'indisi nolga teng:

$$S_1(\cos\beta_1 - \beta_4) - S_3\cos\beta_3 + S_4 - S_2\cos\beta_4 = 0.$$

Shartli tenglamalar quyidagi shartga binoan echiladi:

$$\left[P_\beta \vartheta_\beta^2 + P_S \vartheta_S^2\right] = \min,$$

bu yerda R va R_S – o'lchangan burchak va tomonlar vazni, $P_\beta = 1$ va $P_S = m_\beta^2 / m_S^2$.

Tadqiqotlar ko'rsatadiki, tayanch uchburchak tarmoqlarida tomonlarning tenglashtirilgan direksion burchaklari xatoligi o'lchangan burchaklar xatoligiga teng:

$$m_\alpha = m_\beta. \qquad \text{(XI.14)}$$

Ko'prik uzunligi ortishi bilan koordinatalar xatoligi ortib boradi. Abssissa va ordinata xatoliklarini quyidagi ifoda yordamida hisoblash mumkin:

$$\left.\begin{aligned} m_{x_4} &= m_S K_{x_4}, \\ m_{y_4} &= m_S K_{y_4}, \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XI.15)}$$

bu yerda K_{x_4}, K_{y_4} koeffitsiyentlar quyidagi

$$K = S_{(\text{km})} \frac{m_\beta}{m_{Scc}}$$

ifoda yordamida hisoblanadi. Ularning qiymatlari 5- jadvalda keltirilgan.

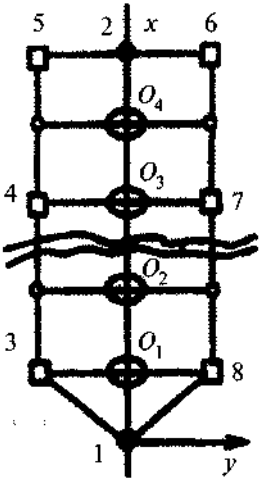
5-jadvaldan $q = 0,5$ va $K = 1,5$ argumentlar bo'yicha $K_x = 0,75$ va $K_y = 0,59$ topiladi, $m_{x_4} = 1,0 \cdot 0,75 = 0,75$; $m_{y_4} = 1,0 \cdot 0,59 = 0,59$ m;

4-punkt holatining umumiy xatoligi

$$m_4 = \sqrt{m_{x_4}{}^2 + m_{y_4}^2} = m_s \sqrt{K_x^2 + K_y^2}.$$

5- jadval

q	$K = 0,2$		$K = 1$		$K = 3$		$K = 5$	
0,1	0,63	0,08	0,84	0,35	0,86	1,03	0,87	1,71
0,5	0,47	0,24	0,68	0,43	0,45	1,07	1,11	1,6
1,0	0,41	0,40	0,65	0,56	1,22	1,12	1,64	1,59



91-расм.

Poligonometriya. Nisbatan quruq joylarda ko'prik qurilishida rejalash tarmog'i svetodalnomerli poligonometriya yo'lini o'tkazish bilan barpo etilishi mumkin (91-rasm). Bunday yo'llarning 3–5 va 6–8 bo'ylama tomonlari o'tish o'qi 1–2 ga parallel qilib loyihalanadi va undan 100 m atrofidagi masofada joylashtiriladi.

Bunday yo'llarning tomonlari 2–3 mm dan katta bo'lmagan o'rta kvadratik xatolikda o'lchanadi, burchaklari esa 2–3″ aniqlikda bo'ladi. Koordinatalar hisoblangandan keyin, punktlar ordinata o'qi bo'yicha siljitiladi.

Katta ko‘priklar qurilishida geodezik rejalash asosi bir necha usullarni birga qo‘shish orqali tuziladi.

57-§. Ko‘prik tayanchlari markazlarini rejalash

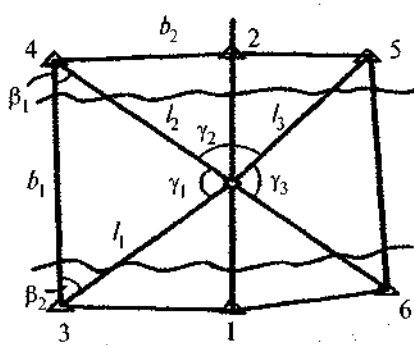
O‘tish trassasini barpo etish. Ko‘prik qurish uchun joyda ko‘prik tayanchlari markazining holati aniqlanadi va mahkamlanadi hamda ularni qurishdagi planli va balandlik rejalash ishlari amalga oshiriladi.

Rejalash ishlarini boshlashdan oldin trassa tiklanadi, piketajlar aniqlanadi, ko‘prikning asoslash punktlari va nivelirlash tarmog‘ining reperlar balandliklari holati tekshiriladi. Tayanch markazlari koordinatalar orqali beriladi.

Tayanchlarni rejalash. Ko‘prik quruqlik joyda joylashganda yoki rejalash qish faslida bajarilganda tayanchlar markazining planli holati boshlang‘ich punktlardan masofalarni o‘lchab qo‘yish yo‘li bilan aniqlanishi mumkin. Chiziqli o‘lchashlar shkalali tasma yoki ruletka yordamida bajariladi. O‘lchangan qiymatga temperatura va asbobni komporirlash tuzatmalari kiritiladi.

To‘g‘ri burchak kesishtirish usuli. Katta daryolarda quriladigan ko‘prik asoslari markazlari geodezik tarmoq punktlaridan to‘g‘ri burchak kesishtirish usulida rejalanadi. Rejalash uchun oldindan bosh rejalash chizmasi tuziladi. Bu chizmada boshlang‘ich punktlar, ko‘prik tarmog‘i punktlari, rejalash burchaklari qiymatlari tushiriladi.

Tayanch markazi o‘rni, bazis punktlariga o‘rnatilgan ikkita teodolit yordamida berilgan rejalash burchaklari β_1 va β_2 qiymatlari ostida hosil bo‘lgan vizir chiziqlarining kesishish joyida belgilanadi (92-rasm).



92-расм.

Tayanch markazini rejalash o'rta kvadratik xatoligi 1—2 sm dan oshmasligi kerak, odatda, kesishish burchagi $\gamma = 90°$ bo'lishiga harakat qilinadi.

Ko'priklar siljishi (deformatsiyasi)ni kuzatish. Ko'prikning tayanch qismi barpo etilgandan keyin uni cho'kishi va siljishini kuzatish ishlari boshlanadi. Kuzatish har 3 oy oralig'ida hamda bahorgi va kuzgi suv ko'tarilishi vaqtlarida bajariladi.

Ko'prik tayanchining cho'kishi uning asosiga statik va dinamik kuchlar ta'sir etishi tufayli yuzaga keladi. Cho'kishni kuzatish uchun ferma tagidagi plitaga to'rtta cho'kish markasi mahkamlanadi va ular bo'ylab doimiy ravishda III sinf nivelirlash bajarilib boriladi. QMQ talabiga binoan ko'prik tayanchining cho'kishini aniqlashning o'rta kvadratik xatoligi 1,5 mm dan oshmasligi kerak. Kuzatish natijalari bo'yicha har bir tayanchning cho'kish qiymati va tezligi haqida yaqqol ko'rinish beruvchi vedomostlar va grafiklar tuziladi.

Ko'prik tayanchining siljishi asosan suv bosimining ta'sirida vujudga keladi va daryo oqimi bo'ylab yo'nalgan bo'ladi.

Tayanchlarning bo'ylama siljishini kuzatish stvor usulida bajariladi. Har bir sikl kuzatishda harakatlanuvchi marka yoki kichik burchaklar o'lchash usulida tayanchlarga belgilangan nuqtalarning umumiy stvordan chetlashishi aniqlanadi. Bu chetlashishlarning sikllar bo'yicha farqi siljish qiymatini beradi.

Ko'prik tayanchining gorizontal siljishini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi quyidagicha hisoblanadi:

$$m_{x,y} = 0{,}0004h,$$

bu yerda, h — tayanchlar balandliklari.

Nazorat savollari

1. Ko'prik orqali o'tish joyi loyihasi nimaga asosan tuziladi?
2. Ko'prik orqali o'tish joylarining qidiruv ishlari tarkibi nimalardan iborat?

3. O'tish joyini tanlashga qanday talablar qo'yiladi?
4. Tafsilotlar plani nima maqsadda tuziladi?
5. O'tish joyining batafsil plani nima maqsadda va qachon tuziladi?
6. Suv havzasi chuqurligi qanday o'lchanadi?
7. Ko'prikning umumiy uzunligi qanday hisoblanadi?
8. Ko'prik uzunligini o'lchash usullarini ayting.
9. Otmetkani suv to'sig'idan uzatish usullarini aytib bering.
10. Muz ustida nivelirlashning mohiyatini tushuntiring.
11. Ikkilangan geometrik nivelirlashning mohiyatini tushuntiring.
12. Trigonometrik nivelirlashning mohiyatini ayting.
13. Gidrostatik nivelirlashning mohiyatini ayting.
14. Ko'prik quriladigan joyda qanday tarmoq barpo etiladi?
15. Ko'prik triangulatsiyasi nima va qanday maqsadda ishlatiladi?
16. Chiziqli burchak tarmog'i qanday afzalliklarga ega?
17. Ko'prikni rejalashning to'g'ri burchak kesishtirish usuli mohiyatini aytib bering.
18. Ko'prikning cho'kishi nima sababdan sodir etiladi va u qanday kuzatiladi?

Tayanch so'zlar: *suv havzasi, tafsilotlar plani, batafsil plan, ko'prik uzunligi, prolet, ikkilangan geometrik nivelirlash, trigonometrik nivelirlash, gidrostatik nivelirlash, ko'prik tayanchi, ko'prik triangulatsiyasi, chiziqli-burchak tarmoqlar, tayanch markazi.*

XII BOB. MAGISTRAL QUVURO'TKAZGICHLAR VA ELEKTR UZATGICHLARNI QURISHDA BAJARILADIGAN QIDIRUV VA REJALASH ISHLARI

58-§. Quvuro'tkazgichlarni qurishdagi qidiruv ishlari

Quvuro'tkazgichlar tarkibi. Neft, gaz va neft mahsulotlarini uzoq masofalarga tashish uchun mo'ljallangan inshootlarga *magistral quvuro'tkazgichlar* deyiladi. Ular tarkibiga quyidagilar kiradi:

1) konlardan tortib oluvchi quvuro'tkazgichlar;
2) nasos stansiyadan tarkib topgan bosh inshootlar;
3) trassa bo'ylab 80—100 km oraliqlarda joylashgan oraliq stansiyalar;

4) 500–1420 mm diametrli quvuro'tkazichlardan iborat bo'lgan chiziqli inshootlar.

Foydalanishga qulay bo'lishi uchun quvuro'tkazgich trassasi bo'ylab telefon tarmog'i va tuproq yo'l o'tkaziladi.

Loyihalashga bo'lgan talablar. Magistral quvuro'tkazgichlar 0,8 m dan kam bo'magan chuqurlikda, suv to'sig'idan kesib o'tganda suv tagidan 0,5 m chuqurlikda yerga ko'miladi. Kichik diametrli quvuro'tkazgichlar nishabligi joy relefiga parallel holda loyihalanadi. Bo'ylama profil nishab masofa bo'ylab tuziladi.

Trassa plani esa masofaning gorizontal qo'yilishi bo'yicha tuziladi.

Katta diametrli quvuro'tkazgichlar planda va profilda hisob bo'yicha loyihalanadi. Shuning uchun bu yerda piketlarni rejalash chiziqning gorizontal qo'yilishi bo'yicha olib boriladi.

Murakkab sharoitlarda (doimiy muz bilan qoplangan, botqoqli, tog'li, o'piriladigan joylar) magistral quvuro'tkazgichlar yer ostidan o'tkaziladi.

Texnik loyiha tuzish uchun bajariladigan qidiruv ishlari. Bosh inshoot maydoni quvuro'tkazgichning boshlang'ich punkti, zavod, baza yoki tarqatish maydonchasi esa oxirgi punkt hisoblanadi. Mana shu punktlar oralig'ida barcha texnik shatrlarga javob beradigan va kam xarajat talab qiladigan quvuro'tkazgich trassasi tanlanadi.

Trassa variantlari eng qisqa yo'nalishni tanlagan holda topografik xaritada belgilanadi. Imkoniyat boricha trassa qurilishida foydalanish maqsadida ular temir va avtomobil yo'llariga yaqinroq loyihalanadi.

Tanlangan trassa yo'nalishi bo'ylab 1:10000, 1:12000 masshtabda samolyotdan plan olish bajariladi. Joyda geodezik asos barpo etiladi va aerosuratlarni geodezik bog'lash amalga oshiriladi.

Trassani aholi yashash punktlariga 200–300 m dan yaqin o'tishiga ruxsat etilmaydi.

Shu bilan birga nefto'tkazgich trassalari aholi yashash punktlaridan past otmetkadan, gazo'tkazgich trassalari baland otmetkadan o'tkaziladi.

Quvuro'tkazgichlarni trassalash. Ishchi chizmalarni tuzish uchun quvuro'tkazgichlarni trassalash amalga oshiriladi. Bunda burilish burchaklari o'lchanadi va mahkamlanadi, piketajlar rejalanadi va nivelirlanadi, kesishish va o'tish joylari planga tushiriladi. Ishni qidiruv guruhi bajaradi. Uning tarkibiga geodezist, geolog, qazuvchi master hamda ishchilar kiritiladi. Trassa bo'ylab 2–3 km da reperlar o'rnatiladi.

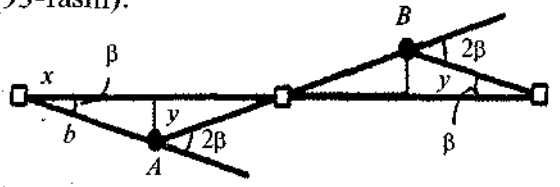
Trassa 50 km oraliqda geodezik punktlarga bog'lab boriladi.

59-§. Quvuro'tkazgichlarni qurishdagi rejalash ishlari

Quvuro'tkazgichlarni qurishdan oldin burilish burchakari tiklanadi va mahkamlanadi, qayrilmalar batafsil rejalanadi.

Yer ishlarini amalga oshirish uchun handaklarni batafsil rejalash kerak.

Yer usti quvuro'tkazgichlari 100–120 m oraliqda joylashtirilgan tayanchlarga montaj qilinadi. Qayrilish uchlari tayanchlarga nisbatan to'g'ri burchakli koordinatalar usulida bajariladi (93-rasm).



93-rasm.

Koordinatalar x va y quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$x = b\cos\beta;\ y = b\sin\beta, \qquad \text{(XII.1)}$$

bu yerda b – tayanchdan burilish uchigacha bo'lgan masofa (50–60 m);

Quvuro'tkazgichning A va B nuqtalaridagi 2β burchakka qarashli joylari kichik radiusdagi gorizontal qayrilma shaklida amalga oshiriladi.

Quvuro'tkazgichlarni suv ostidan o'tkazishda skreper yordamida suv tagidan 0,8–1 m chuqurlikda handak qaziladi.

Tog'li joylardagi daryolardan, soyliklardan, chuqur jarliklardan trassa kesib o'tishda osma o'tish inshootlari quriladi va ularga quvuro'tkazgich mahkamlanadi. Bu yerda tayanchlarni rejalash murakkab jarayon hisoblanadi, chunki ular ko'prik orqali o'tishdagi kabi tartibda amalga oshiriladi.

Quvurlarni joylashtirib bo'lgandan keyin, ijroiy plan olish bajariladi. Bunda asosan quvurlarning ulangan joylariga, diametrlariga, dyukerlarning boshi va oxiriga ahamiyat beriladi. Bir vaqtning o'zida nivelirlash bajariladi va quvurning ustki qismi balandligi, handakning qosh qismlari balandliklari aniqlanadi.

O'lchash natijalariga binoan bo'ylama profil tuziladi. Bu profilda quvurlarning diametrlari va otmetkasi hamda ko'mmaning ustki qismi balandligi ko'rsatiladi.

Murakkab sharoitga ega bo'lgan tuproqlarda joylashgan katta diametrli quvuro'tkazgichlarda ichki bosim ta'sirida bo'ylama va ko'ndalang siljishlar sodir bo'lishi mumkin. Shuning uchun quvuro'tkazgichlarning murakkab uchastkalarda joylashgan qismlarining o'zgarishini muntazam ravishda kuzatib borish kerak bo'ladi.

60-§. Elektr uzatkich trassasi tarmog'ini tanlash

Trassa tanlashning texnik shartlari. Elektr uzatkich tarmoqlari yer ostidan yoki ustidan o'tuvchi bo'lishi mumkin. Yer osti tarmoqlari qimmatbaho hisoblanib, aholi yashash punktlarida qo'llaniladi. Yuqori kuchlanishli elektr tokini uzoq masofalarga uzatishda yer ustidan o'tuvchi tarmoqlardan foydalaniladi. Tayanchlar, sim, izolatorlar yer ustidan o'tuvchi tarmoqlarning asosiy elementlari hisoblanadi. Tayanchlar ankerli va oraliq turlarga bo'linadi. Sim tortilishidagi barcha kuchni o'ziga oluvchi tayanch ankerli hisoblanadi. Ular orasiga simni faqat ko'tarib turish uchun oraliq tayanchlar o'rnatiladi.

Ikkita tayanch orasidagi masofa esa 5—7 km ga teng qilib qabul qilinadi.

110–150 kW kuchlanishli tarmoqlar uchun 200–300 m;
220–500 kW kuchlanishli tarmoqlar uchun 300–400 m;
750 kW kuchlanishda 340–450 m.

Ankerli tayanch orasidagi masofa kuchlanishga bog'liq ravishda quyidagicha belgilanadi:

Elektr uzatgich tarmoqlarini qidiruv ishlari bosqichida, uning eng pastki nuqtasi bilan yer yuzasi yoki inshootgacha bo'lgan oraliq masofaga ahamiyat beriladi. 220–500 kW kuchlanishli tarmoqlar uchun bu masofaning yo'l qo'yarli qiymati quyidagicha bo'lishi mumkin:

a) aholi yashash joylarida 7–8 m;

b) borish qiyin bo'lgan joylarda 6–7 m. 750 kW bo'lgan tarmoqlar uchun 12–10 m.

O'zaro parallel joylashgan yuqori kuchlanishli tarmoqlar orasidagi masofa, shu tarmoqlar tayanchi balandligidan kichik bo'lmasligi kerak. 500–750 kW kuchlanishli tarmoqlar uchun bu masofa 50–100 m dan kichik bo'lmasligi talab etiladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlar temiryo'llar bilan kesishgan yoki unga yaqinlashgan holatlarda, tayanch asosidan yo'l o'qigacha bo'lgan masofa tayanch balandligidan 1,5 baravar katta bo'lishi kerak.

Avtomobil yo'llari bilan kesishgan holda esa bu masofa shu tarmoq tayanchi balandligidan kichik bo'lmasligi talab etiladi.

Elektr o'tkazgich tarmog'i yo'nalishini tanlash. Yer ustidan o'tkazilgan tarmoq trassasi joyning topografik, injener-geologik va gidrometrik sharoitlarini hisobga olgan holda tanlanadi.

Odatda, gidrotexnik, issiqlik va atom elektrstansiyalari elektr o'tkazgich tarmog'ining boshlang'ich punkti, yirik sanoat majmuasi esa oxirgi punkti hisoblanadi. Bu punktlar oralig'ida elektr uzatgich tarmog'i trassasi imkon boricha qisqa masofada, qulay topografik va injener-geologik sharoitga ega bo'lgan joylardan o'tishi kerak. Lekin, shu bilan birga, yer va suv qonunchiligi asoslari talablarini e'tiborga olish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Elektr uzatgich tarmog'i trassasi aerodrom, aholi yashash

punktlarini, sanoat korxonalari, qo'riqxonalar, dam olish maskanlari maydonlaridan aylantirib o'tkaziladi. Trassa qanchalik kam suv havzalari, injenerlik inshootlarini kesib o'tsa, maqsadga muvofiq bo'ladi.

Daryo bo'ylab trassa o'tkazilganda tanyachlarni iloji boricha suv qoplamaydigan joylarga o'rnatishga harakat qilinadi. Tog'li joylarda esa tayanchlar mustahkam qoyalarga o'rnatiladi, bu bilan shamol va muzlash ta'siri kamaytiriladi.

Trassaning bir necha varianti yirik masshtabli topografik kartada loyihalanadi va eng qulay hisoblangan varianti tanlab olinadi.

Plan olish asosi sifatida taxeometrik yo'ldan foydalaniladi. Taxeometrik yo'l o'tkazishda masofa va nisbiy balandliklar to'g'ri va teskari yo'nalishlarda o'lchanadi. Ba'zi hollarda avval tomonlari 500–1000 m ga teng bo'lgan asosiy yo'l o'tkaziladi. Tomonni o'lchash nisbiy xatoligi 1/500. Plan olish yo'llari asosiy yo'lga tayanadi. Trassa bo'ylab yo'llarni planli – balandlik geodezik bog'lash 15–20 km oraliqda amalga oshiriladi.

Tomonlar bog'lanmasligi quyidagicha belgilanadi:

a) teodolit – nivelir yo'l uchun
   chiziqli – 1/800;
   balandlik – $5\sqrt{L}$ km;
b) texeometrik yo'l uchun,
   chiziqli – 1/300;
   balandlik – $30\sqrt{L}$ km.

Ishchi plan va trassa tarmog'i profili tayanch markazlarini rejalash loyihasining asosiy hujjati hisoblanadi.

Tanyachlarni rejalash, piketlash qiymatlari bo'yicha yaqin joydagi mahkamlangan nuqtadan teodolit yordamida amalga oshiriladi.

Tayanchlar noqulay joylarga to'g'ri kelib qolgan holatda, uni tarmoq o'qi bo'ylab 3 m gacha siljitish mumkin.

Yer ostidan o'tuvchi tarmoqni ijroiy planga tushirishda tayanchlar orasidagi masofalar va ularning tikligi o'lchanadi.

Nazorat savollari

1. Quvuro'tkazgichlar deb nimaga aytiladi? Ularning tarkibi.
2. Quvuro'tkazgichlarni loyihalashga qanday talablar qo'yiladi?
3. Quvuro'tkazgich trassasi qanday tanlanadi?
4. Quvuro'tkazgichlarni trassalashda qanday geodezik ishlar bajariladi?
5. Elektr uzatkich trassasi qanday tanlanadi?
6. Elektr uzatkich trassasiga qanday talablar qo'yiladi?
7. Elektr uzatkich trassasini barpo etishda plan olish asosi sifatida qanday tarmoqdan foydalaniladi?
8. Tarmoqdagi tomonlar bog'lanmasligi qanday belgilanadi?
9. Tayanchlar orasida masofa nimaga nisbatan belgilanadi va qanchaga teng?

Tayanch so'zlar: *Quvuro'tkazgich, ijroiy plan, dyuker, elektr uzatkich tarmog'i, sim, izolator, ankerli tayanch, atom elektrstansiyalari.*

XIII BOB. AEROPORT QURILISHIDA BAJARILADIGAN GEODEZIK ISHLAR

61-§. Aerodrom maydonlaridagi qidiruv ishlari

Aeroport inshootlari. Xizmat ko'rsatish ko'lamiga binoan aeroportlar xalqaro, respublika bo'ylab va mahalliy turlarga ajratiladi. Yo'lovchi tashish hajmiga binoan aeroportlar 5 sinfga bo'linadi (6- jadval).

6-jadval

Ko'rsatkichlar	Sinflar				
	I	II	III	IV	V
Yo'lovchi tashish yillik hajmi, mln.yo'lovchi	10–7	7–4	4–2	2–0,5	0,5–0,1
Samolyotlarning o'rtacha yillik uchish va qo'nish jadalligi, ming	80	60	40	30	10

Yo'lovchi tashish bo'yicha yillik hajmi 10 mln yo'lovchidan ortiq bo'lgan aeroportlar sinfdan tashqari hisoblanadi.

Aeroport murakkab inshoot bo'lib, aerodrom, havodan kelish polosalari, texnik xizmat ko'rsatish maydoni hamda havo harakatlarini boshqarish radionavigasiya va qo'nish obyektlaridan iborat.

Aerodrom maydonida yuqori aniqlikda relefni tik tekislash ishlari amalga oshiriladi. Shamolning ustunlik qiluvchi yo'nalishi bo'ylab bosh uchish polosasi joylashadi.

Yil davomida surunkasiga uchish-qo'nish jarayonini amalga oshirish maqsadida uchish polosasiga maxsus sun'iy qoplama to'shaladi.

Yirik aerportlarda bosh polosaga 1050–2500 m masofada parallel joylashgan beton qoplamali yordamchi polosa quriladi.

Samolyotlarni joylashtirish va to'xtab turgan vaqtida ularga texnik xizmat ko'rsatish uchun maxsus to'xtab turish joylari quriladi.

Aerodrom inshootlari ichida yer osti inshootlari, suv o'tkazish tarmoqlari, kabel tarmoqlari muhim o'rin egallaydi.

Texnik xizmat ko'rsatish maydonlari tarkibiga transport va ma'muriy xizmat ko'rsatish inshootlarini ta'mirlash uchun xizmat qiladigan binolar, omborlar hamda uchish va qo'nish jarayonini yetarli darajada ta'minlovchi boshqa inshootlar kiradi.

Aeroportlar uchun maydon tanlashga bo'lgan talablar. Aeroport qurish uchun maydon tanlashda quyidagi umumiy talablar e'tiborga olinishi kerak:

1. Aerodrom inshootlarining barchasi joylashishi uchun maydon yetarli o'lchamda bo'lishi kerak hamda u ustunlik qiluvchi shamol yo'nalishiga oriyentirlangan bo'lishi kerak.

2. Uchish-qo'nish jarayonining xavfsizligi uchun uchish maydonining relefi 0,02 dan oshmagan nishablikka ega bo'lishi kerak. Yog'in suvlarini tez oqizishi uchun uning nishabligi 0,005 dan kam bo'lmasligi kerak, shularni hisobga olgan holda joy relefi iloji boricha tekislikdan iborat bo'lishi, o'rtacha nishablik 0,02–0,03 dan katta va 0,003–0,005 dan kichik

bo'lmasligi kerak. Shunday sharoitda qurilish vaqtida yer ishlar hajmi kichik bo'ladi.

3. Maydonga ochiq havodan kelish imkoniyati bo'lishi kerak.

4. Maydon tuproqlari mustahkam, yer osti suvlari chuqurda joylashgan bo'lishi kerak. Maydon botqoqda yoki suv bosgan hududda joylashgan bo'lmasligi kerak.

Aeroport maydonidagi qidiruv ishlari tarkibi. Texnik-iqtisodiy asoslash loyihasini ishlab chiqish bosqichida barcha texnik shartlar talabiga javob beruvchi, aeroport qurilishida eng kam xarajat talab qiladigan maydon tanlash amalga oshiriladi. Tanlangan maydonda aeroport loyihasini tuzish va uni joyga ko'chirish uchun joyning yirik masshtabli plani tuziladi va injenerlik-geologik ma'lumotlar to'planadi.

Yirik aeroportlar ikki bosqichda loyihalanadi va quyidagi injenerlik-geodezik ishlar bajariladi.

1. Texnik loyiha uchun qidiruv ishlari bosqichida:

a) joyda bosh uchish polosasi yo'nalishini trassalash va maydonda tomonlari 400×400 m bo'lgan kvadratlar to'rini rejalash;

b) aeroport maydonini 1 : 5000 masshtabda planga olish, relef kesim balandligi 0,5–1 m;

d) uchib kelish yo'nalishidagi to'siqlar balandligini aniqlash bilan ularni planga olish.

2. Ishchi chizmalari uchun qidiruv ishlari bosqichida:

a) maydonni 1:2000–1:5000 masshtabda planga olish va aeroport loyihasini joyga ko'chirish uchun geodezik asos barpo etish;

b) kvadratlarga bo'lib nivelirlash yo'li bilan aerodromni 1:2000 masshtabda planga olish, relef kesim balandligi 0,5–0,2 m;

d) suv o'tkazgich, elektr o'tkazgich tarmoqlari, kollektorlar trassalari qidiruv ishlari.

Geodezik ishlar bilan bir vaqtda, injenerlik-geologik, gidrogeologik va geomorfologik ishlar ham amalga oshiriladi.

62-§. Aeroport maydonida geodezik asoslash tarmog'ini barpo etish

Asos tarmog'i aniqligi. Aeroport maydonida bajariladigan qidiruv ishlari jarayonida plan olish asosi sifatida tuziladigan geodezik tarmoq, odatda, aeroport loyihasini joyga ko'chirish uchun ham asos hisoblanadi. Shuning uchun u aniqlik bo'yicha aerodromdagi plan olish ishlari talabiga hamda polosalarning asosiy o'qlari va qizil chiziqlarni rejalash uchun belgilangan talablarga javob berishi kerak. Bundan tashqari, rejalash ishlarining qulay bo'lishi uchun geodezik asos punktlari kvadrat to'ri uchlari bilan ustma-ust tushish sharti qo'yiladi.

Bu talablarni bajarish uchun geodezik asos punktlarining o'zaro holatining o'rta kvadratik xatosi 10 sm dan oshmasligi, balandlik bo'yicha reperlar xatoligi boshlang'ich reperga nisbatan 35 mm atrofida bo'lishi kerak.

Planli asos tarmog'i. Aeroport maydonlarida bajariladigan qidiruv ishlari jarayonida plan olish maydoni 1:5000 masshtabda 20 km^2, 1:2000 masshtabda 5–8 km^2, 1:500–1:1000 masshtabda 1 km^2 ga yetishi mumkin. Shuning uchun aerodrom qidiruvi ishlarida 1:5000 masshtab uchun plan olish asosidan foydalaniladi, plan olish hamda rejalash ishlari uchun esa maydonda chiziqli burchak tarmog'i barpo etiladi.

Geodezik rejalash asosi poligonometriya yo'llari yoki diogonalsiz to'rtburchaklar qatori ko'rinishida tuziladi.

Poligonometriya tomonlari svetodalnomer yoki shkalali tasma yordamida o'lchanadi. To'rtburchaklardagi barcha burchaklar optik teodolit yordamida o'lchanadi.

Nivelirlash tarmoqlari. Aeroport qurilishida nivelirlash tarmoqlari juda muhim rol o'ynaydi. Joydagi nuqtalar balandligi bo'yicha tik tekislov loyihasi tuziladi va yer ishlari hajmi hisoblanadi.

Yirik aeroport maydonlarida balandlik asosi bo'lib poligonometriya yo'li yoki diagonalsiz to'rtburchak tomonlari bo'ylab o'tkazilgan III sinf nivelirlash tarmog'i xizmat qiladi.

III sinf reperlar oralig'ida kvadrat to'ri tomonlari bo'ylab IV sinf invelirlash yo'li o'tkaziladi.

Geodezik asos punktlari joyda turli xil konstruksiyadan iborat bo'lgan beton belgilar, yog'och ustunlar bilan mahkamlanadi.

63-§. Aerodrom maydonini planga olish

Kvadrat to'rini rejalash. Aeroport uchun tanlangan maydondagi geodezik ishlar bosh uchish polosasi yo'nalishini rejalash bilan boshlanadi. Bu yo'nalish shamolning ustunlik qiluvchi yo'nalishini hisobga olgan holda, ochiq hamda tekis relefli joydan tanlanadi. Joyga bu yo'nalish berilgan azimut yordamida ko'chiriladi va 400 m masofada nuqta belgilanadi. Shu nuqtaga tayangan holda barcha maydonda tomonlari 400×400 m dan iborat bo'lgan kvadrat to'ri rejalanadi. Bir vaqtining o'zida to'r nuqtalarining koordinatalirini aniqlash uchun burchak va masofalar o'lchanadi (teodolit yo'li aniqligida).

Kvadratlar uchlari doimiy belgilar bilan mahkamlangandan keyin, ular bo'ylab IV sinf nivelirlash yo'li o'tkaziladi.

1:5000 masshtabda planga olish. Texnik loyihani tuzish uchun aeroport maydoni 1:5000 masshtabda planga tushiriladi, relef kesim balandligi 0,5–1 m. Kvadratlar to'ri planli va balandlik plan olish asosi hisoblanadi.

Maydon taxeometrik yoki menzulaviy usulda planga tushiriladi. Murakkab tafsilotlardan iborat bo'lgan katta maydonlarni planga olish stereotopografik usulda amalga oshirilishi maqsadga muvofiq.

Aeroportning ishchi loyihasini tuzish uchun aerodrom maydoni 1:2000–1:1000 masshtabda maydonni kvadratlarga bo'lib nivelirlash usulida planga olinadi. Bu ishni bajarishda plan olish asosi sifatida geodezik punktlarga tayangan, tomonlari 400 × 400 m dan iborat bo'lgan kvadratlar to'ri xizmat qiladi. Bu to'rning ichiga tomonlari 40 × 40 m bo'lgan piketlash to'ri o'tkaziladi.

Jarliklarni planga olish taxeometrik usulda amalga oshiriladi.

Dala ishlari tugagandan so'ng 1:2000 masshtabda joyning plani tuziladi. Planshetga koordinatalar bo'yicha geodezik asos punktlari va plan olish asos nuqtalari tushiriladi. Bulardan foydalanib, planda barcha tafsilotlar va relef tasvirlanadi. Nivelirlash natijalaridan olingan to'r uchlari balandliklari planshetga yoziladi va relef kesim balandligi 0,25–0,5 m oraliqda gorizontallar orqali ifodalanadi.

64-§. Trassalash ishlari

Trassalash ishlari. Aeroport maydoniga yo'naltirilgan trassaning birlamchi yo'nalishi mavjud bo'lgan karta yoki fotoplanda belgilanadi, ularning tugallangan holati joyni o'rganib chiqqandan keyin tanlanadi.

Aeroportga uchib kelish plani topografik karta yoki fotoplan asosida tuziladi. Asosiy e'tiborni uchish-qo'nish jarayoniga halaqit beruvchi, joyda mavjud bo'lgan bino va inshootlar va boshqa baland to'siqlar balandligini aniqlashga qaratiladi. Bu bir nechta usulda bajarilishi mumkin.

1. Trigonometrik nivelirlash usuli. Bu usulning mohiyati quyidagidan iborat: to'siq 1 gacha bo'lgan masofa va qiyalik burchagi o'lchanadi (94- *a* rasm).

Nisbiy balandlik quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$h = l\,\mathrm{tg}\nu, \qquad \text{(XIII.1)}$$

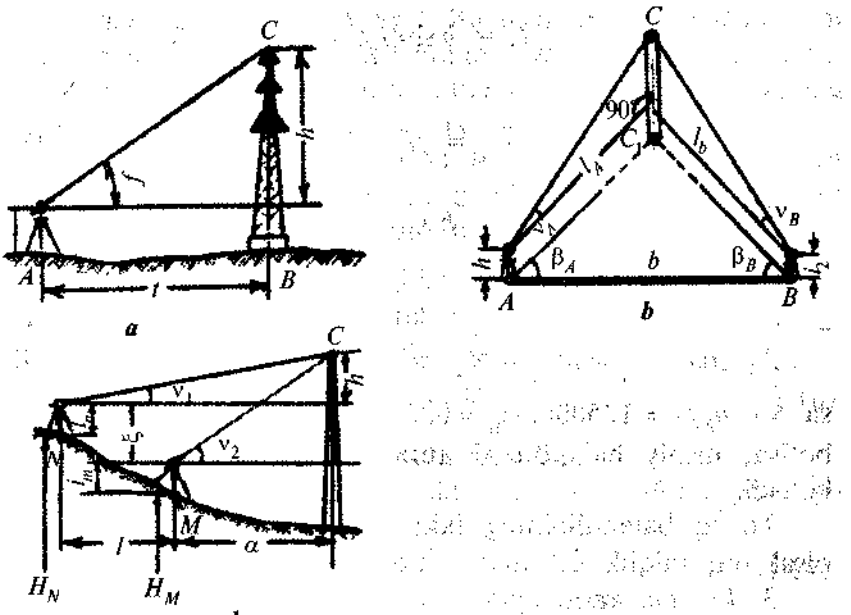
to'siqning yuqori S nuqtasi balandligini esa

$$H_c = H_A + i_A + l\,\mathrm{tg}\nu \qquad \text{(XIII.2)}$$

ifoda yordamida hisoblash mumkin. Bu yerda i_A – A nuqtada o'rnatilgan asbob balandligi.

Nisbiy balandlikni aniqlashning o'rta kvadratik xatoligi quyidagicha ifodalanadi:

$$m_h^2 = m_l^2 \mathrm{tg}^2\nu + (m/\rho)^2 l^2 \cos^4\nu. \qquad \text{(XIII.3)}$$



94-rasm.

Agarda l = 800 m, m_l/l =1/5000 (m_l = 16 sm), ν = 6°, m_ν = 0,5′ bo‘lsa,

$$m_h = \sqrt{1{,}7^2 + 11{,}8^2} = 12 \text{ sm}.$$

2. *To‘g‘ri fazoviy kesishtirish usuli.* Joyda chekka uchlaridan kuzatilayotgan to‘siq uchi yaxshi ko‘rinadigan bazis tanlanadi va u geodezik asos punktiga bog‘lanadi.

Bazisning b uzunligini bilgan holda, chekka nuqtalarda o‘lchangan β_A va β_B burchaklar bo‘yicha (94- b rasm) to‘siqqacha bo‘lgan l_A va l_B masofalar aniqlanadi. O‘lchangan qiyalik burchaklari ν_A va ν_B qiymatlari bo‘yicha nisbiy balandliklar h_A va h_B aniqlanadi. C nuqtaning balandligi ikki marta hisoblanadi.

A stansiyadan

$$H_{c_A} = H_A + i_A + l_A \operatorname{tg}\nu_A, \qquad \text{(XIII.4)}$$

bu yerda

$$l_A = b \sin\beta_B : \sin(\beta_A + \beta_B).$$

B stansiyadan

$$H_{c_B} = H_B + i_B + l_B \operatorname{tg}\nu_B , \qquad \text{(XIII.5)}$$

bu yerda

$$l_B = b \sin \beta_A : \sin(\beta_A + \beta_B).$$

Bu usulda to'siq balandligini o'lchash aniqligi bazis, gorizontal va vertikal burchaklar o'lchash aniqligiga bog'liq.

Agarda $m_{\beta_A} \approx m_{\beta_B} = m_\beta$, $m_{V_A} \approx m_{V_B} = m_V$ deb qabul qilinsa va $m_b/b = 1/5000$, $m_\beta = 0{,}5'$, $\beta_A = \beta_B = 80°V = 2°$, $h = 80$ m bo'lsa, nisbiy balandlikni aniqlash xatoligi $m_h = 17{,}3$ sm bo'ladi.

To'siq balandligining ikki marta o'lchanishini e'tiborga olsak, bu aniqlik $\sqrt{2}$ marta yuqori bo'ladi.

3. *Vertikal kesishtirish usuli.* Bu usulda joyda bitta stvorda joylashgan, *C* nuqta yaxshi ko'rinadigan ikkita *M* va *N* nuqtalar aniqlanadi (94- *d* rasm). *M* va *N* nuqtalar orasidagi masofa va ular balandligi ma'lum bo'lishi kerak. U holda qiyalik burchaklari ν_1 va ν_2 larni o'lchab, quyidagini topamiz:

$$h = (l + d)\operatorname{tg}\nu_1. \qquad \text{(XIII.6)}$$

$d = (h + \xi)\operatorname{tg}\nu_2$ ekanligini hisobga olsak,

$$h = (\operatorname{lg}\nu_1\operatorname{tg}\nu_2 + \xi\operatorname{tg}\nu_1)(\operatorname{tg}\nu_2 - \operatorname{tg}\nu_1) \qquad \text{(XIII.7)}$$

bo'ladi. *C* nuqta balandligi

$$H_C = H_N + i_N + h. \qquad \text{(XIII.8)}$$

Nisbiy balandlikni topish aniqligi *l* masofa, vertikal bazis ξ va qiyalik burchagi ν_1, ν_2 larni o'lchash aniqligiga bog'liq bo'ladi.

Misol. $l = 400$ m, $\xi = 5$ m, $\nu_1 = 2{,}5°$, $\nu_2 = 4{,}5°$ va $m_l = 10$ sm, $m_\xi = 2$ sm, $m_{V_1} = m_{V_2} = 15''$ bo'lsa, $m_h = 18{,}5$ sm bo'ladi.

4. *Stereofotogrammetrik usul.* Bu usul to'siqlar balandligini aniqlash uchun qulay hisoblanadi. B bazis uchib kelish yo'nalishiga perpendikular qilib olinadi, fotostansiya balandligi esa avvaldan ma'lum bo'lishi kerak bo'ladi.

Stereokomporator yordamida fotoplandan paralaks P va to'siq uchi balandligi aplikatasi z o'lchanadi va kameraning optik o'qiga nisbatan Z balandlik hisoblanadi:

$$2 = B\ z/P \qquad \text{(XIII.9)}$$

va uning joylashish o'rni aniqlanadi:

$$Y = Bf\ /\ P, \qquad \text{(XIII.10)}$$

bu yerda, f – kameraning fokus masofasi.

Bu usulning aniqligi quyida keltirilgan ifoda yordami hisoblanishi mumkin:

$$m_z = Y \cdot m_z / f. \qquad \text{(XIII.11)}$$

Fototeodolit uchun $f = 200$ mm ni va $m_z = 0{,}01$ mm ni qabul qilsak,

$$m_z = (Y \cdot 0{,}01)/200 = \frac{Y}{20000}, \qquad \text{(XIII.12)}$$

$Y = 2$ km da $m_z = 10$ sm bo'ladi.

Maydondagi to'siqlar balandligi va ular orasidagi masofalar aniqlanib hamda dala ishlari natijalari tekshirilgandan keyin, uchib kelish plani va profili tuziladi.

Nazorat savollari

1. Aeroport turlari va guruhlari haqida ma'lumot bering.
2. Aeroport maydonini tanlashga qanday talablar qo'yiladi?
3. Aeroport qurilishida geodezik ishlarning qanday turlari amalga oshiriladi?
4. Aeroport maydonida planli asos sifatida qanday tarmoq turlaridan foydalaniladi?
5. Aeroport maydonida balandlik asos sifatida qanday tarmoq turlaridan foydalaniladi?

6. Aeroport maydonida texnik loyiha tuzish uchun qanday ishlar bajariladi?

7. Aeroportning ishchi loyihasini tuzish uchun qanday ishlar bajariladi?

8. Aeroport maydonidagi to'siq balandligini qanday usullar yordamida aniqlash mumkin?

9. To'siq balandligini aniqlashning trigonometrik nivelirlash usuli mohiyatini ayting.

10. To'siq balandligini aniqlashning to'g'ri fazoviy kesishtirish usuli mohiyatini ayting.

11. To'siq balandligini aniqlashning vertikal kesishtirish usuli mohiyatini ayting.

12. To'siq balandligini aniqlashning stereofotogrammetrik usuli mohiyatini ayting.

Tayanch so'zlar: *Aerodrom, havodan kelish polosasi, radionavigatsiya, shamolning ustunlik qiluvchi yo'nalishi, uchish-qo'nish polosasi, tik tekislov loyihasi, yer ishlari hajmi.*

XIV BOB. SANOAT MAYDONLARIDA BAJARILADIGAN QIDIRUV VA REJALASH ISHLARI

65-§. Maydonni tanlash va topografik planga olish

Sanoat majmuasi qurilishi uchun ajratiladigan maydon loyihani texnik-iqtisodiy asoslash bosqichida tanlanadi. U korxonaning me'yorda ishlashi uchun qo'yiladigan talablarga javob berishi hamda qulay injenerlik-geologik va gidrogeologik sharoitda joylashgan bo'lishi kerak. Shu bilan birga yer haqidagi va atrof muhitni muhofaza qilish qonunlariga rioya qilinishi kerak.

Maydon o'lchamlari barcha bino va inshootlar, injenerlik tarmoqlari joylashishiga mos kelishi kerak. Maydon relefi esa imkoni boricha tekis, bir tomonga yoki markazdan chekka tomonga nishab holda bo'lishi kerak.

Maydon yaqinidan o'tgan temiryo'l va avtomobil yo'llari bilan qulay tutashish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak.

Maydon tanlashda loyihalanayotgan korxonaning xususiyatlari katta ahamiyatga ega.

Korxonaning texnik loyihasini tuzish uchun 1:2000 masshtabda ajratilgan joyning plani olinadi. Unga qo'shimcha ravishda, mavjud maydonning konturlari, suv saqlash va tozalash inshootlari, mavjud avtomobil va temiryo'llar, aholi yashash punktlari, karerlar va qurilish materiallari manbalari tushiriladi.

Bir vaqtning o'zida topografik planini olish bilan birga maydonning yirik masshtabli injener-geologik plan olish ishlari amalga oshiriladi.

Asosiy sanoat inshootlari hududining ishchi chizmasini tuzish uchun 1:500 masshtabda plan olinadi. Plan olish topografik yoki stereofotogrammetrik usulda bajarilishi mumkin. Ko'pchilik holda maydon tomonlari 20×20 m yoki 30×30 m kvadratlarga bo'lib nivelirlanadi.

Plan olish usuliga bog'liq bo'lmagan holda maydonda relef yaqqol tasvirlangan bo'lishi, bino va inshootlar burchaklari, kommunikatsiyalarning tavsifli nuqtalari va boshqalar koordinatalangan bo'lishi kerak.

66-§. Sanoat maydonlarida geodezik asoslash tarmog'ini barpo etish

Sanoat va shahar qurilishlari maydonlarida, ko'rsatmaga binoan, maydon hajmiga bog'liq ravishda 2–4- sinf davlat tarmoqlari, 1 va 2- darajali to'ldiruvchi tarmoqlar, II–IV sinf nivelirlash tarmoqlari geodezik asos bo'lib xizmat qiladi.

Yirik sanoat majmui barcha inshootlari bilan birga 30–50 km^2 maydonni egallaydi. Bunday maydonni planga olish uchun bosh geodezik asos sifatida 4- sinf triangulatsiya tarmog'i barpo etiladi.

Uch bosqichli sxemada tuzilgan geodezik asos tarmoqlari aniqligiga qo'yiladigan talablar quyidagidan iborat: a) geodezik asos – m_1 = 3,8 sm; b) to'ldiruvchi tarmoq – m_2 = 5,3 sm; d) plan olish asosi – m_S = 7,8 sm. Bu aniqliklarni punkt-

lar o'zaro holatining o'rta kvadratik xatoligi deb qarash mumkin.

Geodezik asosdan foydalangan holda sanoat inshootlari bosh o'qlarini joyga ko'chirish aniqligi quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$m_1 = m_l\sqrt{\frac{L}{l}}, \qquad \text{(XIV.1)}$$

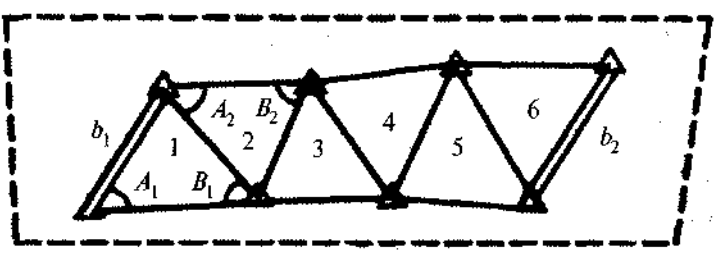
bu yerda L – maydonning umumiy uzunligi;

l – texnologik jihatdan bog'liq bo'lgan sanoat inshootlari maydonining o'rtacha uzunligi;

m_1 – bosh o'qlarni rejalashning o'rta kvadratik xatoligi (2–3 sm bo'lishi mumkin).

Uzunligi $L = 8$ km maydon uchun, $l = 2$ km va $m_1 = 2{,}5$ sm bo'lsa, $m_1 = 2{,}5\sqrt{8/2} = 5$ sm bo'ladi.

Agarda maydon 3–4 km enlikdagi cho'zinchoq polosadan iborat bo'lsa, u holda geodezik asos, teng tomonli uchburchaklar ko'rinishidan tashkil topsa, maqsadga muvofiq bo'ladi (95- rasm).



95-rasm.

Bazis tomon, shakl va azimut shartlari bo'yicha tenglashtirilgan bunday qatorlar bog'lovchi tomonlarining logarifmik o'rta kvadratik xatoligi quyidagicha ifodalanadi:

$$m^2_{\lg S_n/2} = \frac{1}{2}m^2_{\lg b} + \frac{3}{4}m''^2_n,$$

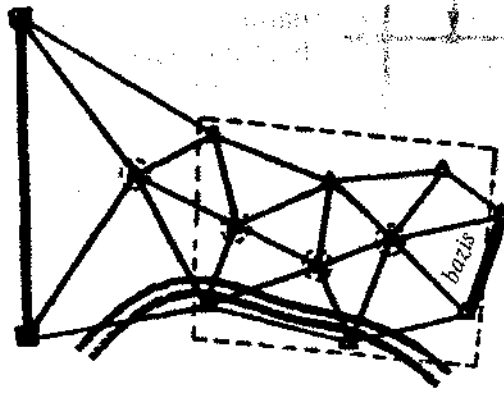
bu yerda n – qatordagi barcha uchburchaklar soni, m'' – o'lchangan burchakning o'rta kvadrat xatoligi, $m_{\lg b}$ – bazis tomonining logorifmik o'rta kvadrat xatoligi.

Misol: $m_b/b = 1/200000$, $m = 2''$, $n = 6$ bo'lsa, $m_{\lg S_n/2} = 4{,}5$ logorifm birligining 6- belgisi.

Nisbiy ko'rinishda:

$$\frac{m_{S_n/2}}{S_n/2} = \frac{4{,}5}{0{,}434 \cdot 10^6} = \frac{1}{96000}.$$

6–8 km enlikdagi maydonlarda esa markaziy tizimlar qatorini tuzishga to'g'ri keladi (96- rasm).



96-rasm.

96- rasmda keltirilgan tarmoq uchun $r = 4$ va $m_{b/b} = 1/200000$, $m = 2''$, $\delta_2 = 1{,}5$ bo'lsa, $m_{\lg S} = 4{,}8$ logorifm birligi.

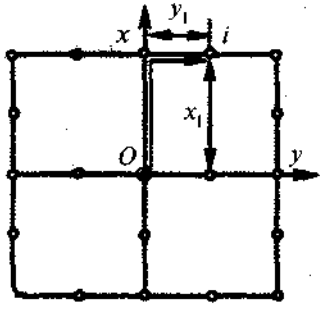
Nisbiy xatoligi

$$\frac{m_{S_r/2}}{S} = \frac{4{,}8}{0{,}434 \cdot 10^6} = \frac{1}{90000}.$$

Triangulatsiya o'rniga yopiq poligon ko'rinishidagi poligonometriya tarmog'i o'tkazilishi ham mumkin (97- rasm).

Markaziy bog'lovchi nuqtaga nisbatan punktlar koordinatalari o'rta kvadratik xatoliklari quyidagi ifoda yordamida hisoblanishi mumkin:

$$\left.\begin{aligned} m_{x_i}^2 &= 0{,}65m_S^2 i_x + 0{,}57m_\beta^2 \frac{S^2}{\rho^2} i_y^2, \\ m_{y_i}^2 &= 0{,}65m_S^2 i_y + 0{,}57m_\beta^2 \frac{S^2}{\rho^2} i_x^2, \end{aligned}\right\} \qquad \text{(IV.2)}$$



97-расм.

bu yerda m_S – o'lchangan tomonlar xatoligi; i_x va i_y – x va y o'qlari bo'ylab boshlang'ichga nisbatan aniqlanayotgan punktning tartib raqami, S – chiziq uzunligi, m – burchak o'lchash xatoligi.

4- sinf poligonometriya tarmog'i uchun $m_\beta = 2''$, $S = 1{,}5$ km, $m_S = 1$ sm, $i_x = 2$, $i_y = 2$ bo'lsa, uzoqroq joylashgan nuqta uchun:

$$m_x^2 = 1{,}3 + 4{,}8 = 6{,}1; \quad m_x = 2{,}5 \text{ sm}.$$

Xuddi shunday $m_y = 2{,}5$ sm. Punkt holati xatoligi

$$m = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = 2{,}5\sqrt{2} = 3{,}5 \text{ sm}.$$

Hisobdan ko'rinib turibdiki, 4- sinf geodezik asoslash tarmog'i asosiy rejalash ishlari talablarini to'liq qoniqtiradi.

Nivelirlash tarmoqlari yirik sanoat maydonlaridagi balandlik asosi inshootlar maydoni perimetri bo'ylab o'tkaziladigan III sinf nivelirlash poligonlaridan tashkil topgan bo'ladi. Plan olish va rejalash ishlari uchun to'ldiruvchi balandlik tarmoq sifatida IV sinf nivelirlash tarmog'i xizmat qiladi.

Bu tarmoqlardan keyinchalik bino va inshootlardan foydalanish davrida ularning cho'kishini kuzatishda ham foydalaniladi.

Nazorat savollari

1. Sanoat maydonlarini tanlashda nimalarga ahamiyat beriladi?
2. Texnikaviy loyiha tuzish uchun qanday planlar olinadi? Bu planlarda nimalar tushiriladi?
3. Sanoat maydonlarida qanday tarmoqlar geodezik asos sifatida barpo etiladi?
4. Sanoat maydonidagi geodezik asos tarmoqlariga qanday talablar qo'yiladi?
5. Sanoat maydonlarida balandlik asosi sifatida qanday tarmoqdan foydalaniladi?

Tanch so'zlar: *Sanoat maydoni, korxonaning texnikaviy loyihasi, sanoat majmuyi, injener-geologik plan, stereofotogrammetrik usul, to'ldiruvchi tarmoqlar, bazis tomon, shakl va azimut shartlari, markaziy tizim.*

XV BOB. GIDROTEXNIK INSHOOTLAR QURISHDA BAJARILADIGAN GEODEZIK ISHLAR

67-§. Daryoning bo'ylama profilini tuzish

Turli xil gidrotexnik inshootlarning loyihasini tuzishda daryoning bo'ylama profili asosiy hujjat hisoblanadi.

Bo'ylama profil tuzish uchun daryoning katta qismidagi tavsifli nuqtalarning suv sathlari aniqlanadi.

Bu sath doimo o'zgarib turadi, nivelirlashni esa daryoning barcha qismlarida bir vaqtning o'zida amalga oshirish mumkin emas. Shuning uchun alohida qismlardagi turli vaqtlarda bajarilgan balandlik o'lchovlarini bir vaqtga keltirish masalasi vujudga keladi.

Bo'ylama profil tuzish uchun daryoning bitta qirg'og'i bo'ylab yuqori sinf aniqligidagi nivelirlash yo'li o'tkaziladi. Bu yo'l punktlaridan daryo o'zani yaqinida joylashgan ishchi reperlarga balandlik otmetkalari uzatiladi. Ishchi reperlardan daryoning suv sathi yuzasini nivelirlashda foydalaniladi.

Daryo nishabligini o'lchash aniqligiga bo'lgan talablar. Oqim nishabligining o'lchash aniqligini Shezi ifodasini tahlil qilish asosida keltirib chiqarish mumkin:

$$v = c\sqrt{Ri} \qquad \text{(XV.1)}$$

bu yerda v – tezlik, s – tezlik koeffitsiyenti, R – gidravlik radius, i – oqim nishabligi.

(XV.1) ifodadan quyidagini yozish mumkin:

$$i = v^2/s^2\ R.$$

Logorifmlash orqali o'rta kvadratik xatolikka o'tamiz:

$$\left(\frac{m_i}{i}\right)^2 = 4\left(\frac{m_Q}{Q}\right)^2 + 4\left(\frac{m_n}{n}\right)^2 + 2',5\left(\frac{m_R}{R}\right)^2 + 4\left(\frac{m\varpi}{\varpi}\right)^2. \qquad \text{(XV.2)}$$

Agarda $m_Q/Q = 1{,}5\%$; $m_n/n = 3\%$; $m_R/R = 1\%$; $m_\omega/\omega = 1\%$ deb qabul qilsak, u holda

$$\frac{m_i}{i} = 0{,}072.$$

Shezi ifodasi yordamida hisoblangan nishablikni o'lchash o'rta kvadratik xatolik qiymati o'zioqar quvuro'tkazgichlar va ochiq lotoklar loyihasini joyga ko'chirishda chekli xatolik sifatida qo'llaniladi.

Daryo nishabligini nivelirlash yordamida aniqlashda $i = h/L$ ifodadan foydalanish mumkin, bu yerda, h –nuqtalar orasidagi nishablik, L – ular orasidagi masofa.

Masofani o'lchash xatoligining kam ta'sir etishini e'tiborga olsak,

$$m_i/i = m_h/h, \qquad \text{(XV.3)}$$

bu yerda m_h/h – daryoni nivelirlashning nisbiy xatoligi.

Bu xatolikni $m_h/h = 0{,}036$ deb qabul qilsak,

$$m_h = 0{,}036h. \qquad \text{(XV.4)}$$

Ma'lumki nivelirlashda

$$m_h = \eta\sqrt{L}, \qquad \text{(XV.5)}$$

bu yerda η – 1 km yo'lning nisbiy xatoligini aniqlashdagi o'rta kvadratik tasodifiy xato;

L – yo'l uzunligi, km birlikda.

(XV.4) va (XV.5) ifodalarning o'ng qismini tenglashtirsak,

$$\eta = 0{,}036h\sqrt{L}. \qquad \text{(XV.6)}$$

Bu ifodaga tegishli qiymatlarni qo'yib:

2- sinf nivelirlash uchun $\eta_{kmII} = 2$ mm,

3- sinf nivelirlash uchun $\eta_{kmIII} = 4$ mm,

4- sinf nivelirlash uchun $\eta_{kmIV} = 8$ mm qiymatlarga esa bo'lamiz.

Nishablik qiymati 0,001 dan katta bo'lgan tog'li joylardagi daryolar uchun trigonometrik nivelirlashni qo'llash mumkin.

Daryo suv sathini nivelirlash. Daryoning suv sathi uning tavsifli nuqtalarida taxminan 1–3 km oraliqda belgilab boriladi.

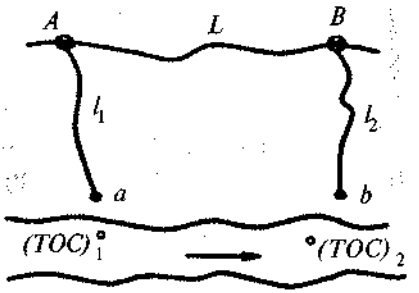
Suv sathini aniqlash uchun qoziq qoqib belgilangan bunday tavsifli nuqtalar bir kunlik bog'lovchi nuqtalar deb nomlanadi.

Daryo 30–50 km uzunlikdagi qismlarga bo'linib, alohida bajaruvchilarga topshiriladi.

Qismlarning uzunligi asosan suv sathining o'zgarishiga bog'liq.

Qoziqlar motorli qayiqcha yordamida suv sathiga baravar qilib qoqiladi. Nivelirlash 2–3 kun davom etishini e'tiborga olib, shu vaqt mobaynida qoziqlar balandligi o'zgarmasligiga harakat qilinadi.

Ishchi qoziqlarni reper bilan bog'lash sxemasi 98-rasmda ko'rsatilgan.



98-расм.

Doimiy temir-beton reperlar, imkoni boricha daryoning tavsifli nuqtalariga yaqin bo'lgan, cho'kmaydigan joylarga 5–7 km oraliqda o'rnatiladi. Vaqtincha o'rnatilgan reperlar 2–3 km oraliqda mahkamlanadi.

Ishchi nivelirlash yo'li osma shaklda to'g'ri va teskari yo'nalishda o'tkaziladi. Ular aniqligi magistral yo'l aniqligidan ikki baravar kichik bo'ladi.

68-§. Suv omborlarida bajariladigan geodezik ishlar

Daryoda plotina barpo etishda suv sathi loyihaviy sath otmetkasigacha ko'tariladi. Plotinadan suv omborining oxirgi qismigacha uzunligi quyida keltirilgan ifoda yordamida hisoblanishi mumkin:

$$L = K \cdot H/j, \qquad \text{(XV.7)}$$

bu yerda L – suv bosimi balandligi, j – o'rtacha bo'ylama nishablik, K – koeffitsiyent, plotina uchun 1,5–2,2.

Tekislikdagi daryolar uchun $H = 28$ m, $K = 1{,}5$ va $j = 150{,}000$ bo'lsa, $L = 280$ km bo'ladi.

Plotina bilan to'silgan daryo suvi notekis harakatga ega bo'ladi va plotinaga yaqinlashgan sayin chuqurligi ortib boradi, oqim tezligi esa kamayib boradi.

Suv omborlarini loyihalashda quyidagi asosiy vazifalar yechiladi:

– suv ombori chegarasini aniqlash;

– suv omboridagi suv hajmi va ko'milish maydonini aniqlash;

– suv bosishi mumkin bo'lgan aholi yashash punktlari, yo'llar, elektr uzatgich tarmoqlarini aniqlash, zarar ko'rish harajatlarini hisoblash, yangi aholi yashash punktlari loyihasini tuzish;

– shahar va turli aholi yashash punktlarini suv bosishdan muhofaza etuvchi injenerlik inshootlari loyihasini tuzish.

Suv omborlarini loyihalashda turli masshtabdagi topografik

kartalar ishlatiladi. Boshlang'ich hisoblar 1:100000–1:50000 masshtabli kartalarda bajarilishi mumkin. Yirik suv omborlari uchun texnik loyihalar tuzishda 1:25000 masshtabli karta ishlatiladi.

Suv omborlarini planga olish qo'shma yoki stereofotogrammetrik usulda amalga oshiriladi. Planli asos tarmog'i sifatida triangulatsiya yoki poligonometriya tarmog'i xizmat qiladi. Balandlik asosi III va IV sinf nivelirlash yo'li ko'rinishida barpo etiladi. Planli va balandlik tarmoqlarini loyihalashda ular faqat plan olish asosi emas, balki suv ombori loyihasini joyga ko'chirish uchun ham xizmat qilishi ko'zda tutiladi. Shuning uchun tarmoq punktlari suv bosmaydigan joylarga mahkamlanishiga harakat qilinadi.

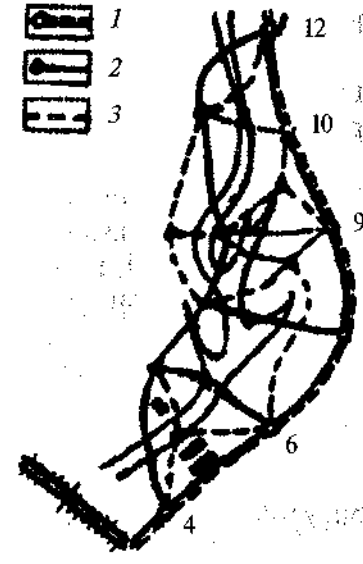
99- rasmda suv omboridagi balandlik asosi sxemasi ko'rsatilgan. Suv omborlari maydoni topografik kartadan planimetr yordamida aniqlanadi.

Maydonni topish aniqligi o'rtacha $m_p/P = 1/100$ ni tashkil etadi.

Suv omboridagi suvning umumiy hajmi ikkita gorizontal, eng pastki va suvning botish sathi gorizontali oralig'idagi hajmlar yig'indisi orqali hisoblanadi:

$$V_0 = \sum_{H_{min}}^{H_{max}} \vartheta_i \qquad \text{(XV.8)}$$

Bu hajm soddalashtirilgan ifoda yordamida, quyidagicha beriladi.



99-расм.

1 – II sinf nivelirlash yo'li;
2 – III sinf nivelirlash yo'li;
3 – IV sinf nivelirlash yo'li.

$$\vartheta_i = \frac{P_i + P_{i+1}}{2} h, \qquad \text{(XV.9)}$$

bu yerda R_i va R_{i+1} – planimetr yordamida aniqlanadigan ikkita yuza;

h – relef kesim balandligi.

Topografik kartada suv ombori hajmi 3–5% aniqlikda, murakkab usulda 1,5–2% aniqlikda hisoblanishi mumkin.

69-§. O'zanlarni planga olish

Plan olish masshtablari. Suv transporti qidiruvi ishlarida daryo o'zanlarini planga olish asosiy masala hisoblanadi. Daryo chuqurligini, suv yuzasi nishabligini, qirg'oqlar holatini kuzatishda o'zanlarni planga olish muhim ahamiyatga ega bo'ladi.

Daryo o'zanini planga olish suv sathining yuqorigi chegaralarida olib boriladi. Qirg'oq tafsilotlarini planga olish umumlashtirilgan holda bajarilishi mumkin. Shu sababli planli asoslash tarmog'ini tuzish aniqligiga bo'lgan talab bir muncha kamaytiriladi.

200–500 m enlikdagi daryolar uchun plan 1:2000–1:5000 masshtabda, tag qismi relefi 0,25–0,5 m gorizontallar bilan ifodalanadi.

O'zanlarni planga olishda planli asos sifatida I darajali triangulatsiya, chiziqli burchak tarmoqlari, svetodalnomerli poligonometriya poligonlaridan foydalanish mumkin.

Plan olish maydonlari katta bo'lganda, planli asoslash tarmog'i davlat tarmoqlariga bog'lanadi, bunda zaif punkt holatining o'rta kvadratik xatoligi 0,5 mm dan, plan olish tarmog'i uchun 1 mm dan oshmasligi kerak.

Tekis daryolar o'zanini planga olishda balandlik asosi sifatida III sinf nivelirlash tarmog'i, to'ldiruvchi tarmoq bo'lib, IV sinf yoki texnik nivelirlash amalga oshiriladi.

Bu yo'llar uzunligi quyidagi shartga muvofiq hisoblanadi:

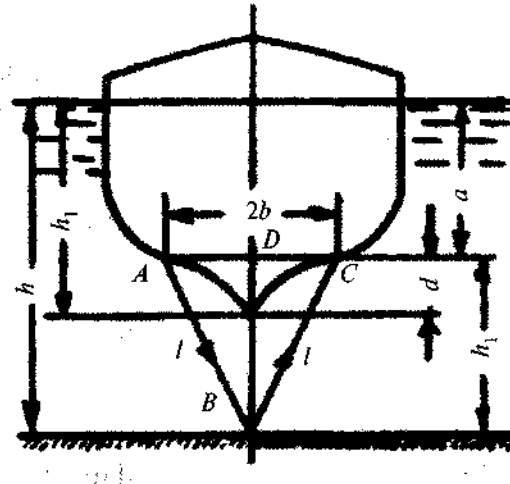
$$f_{hchek} \leq 1/2h, \qquad \text{(XV.10)}$$

bu yerda h – daryoning pasayishi.

O'lchash ishlari. Daryo tagi relefini ifodalash bo'ylama profil asosida amalga oshiriladi.

O'lchash ishlari tarkibiga daryo chuqurligini o'lchash, o'lchash nuqtalarining planli holatini kuzatish, o'lchash ishlari paytida daryo suvi sathi balandligini kuzatish kiradi.

Oqim chuqurligini o'lchash exolot yordamida amalga oshiriladi. Exolot ultratovushning tarqalish tamoyiliga asoslangan bo'lib, ultratovushning A nur chiqaruvchi moslamadan daryoning tagi B gacha borib qaytgan vaqtni o'lchash yo'li bilan oqim chuqurligi h aniqlanadi (100- rasm).



100-rasm.

Suvda ultratovush to'lqinining tarqalish tezligi ($v \approx 1500$ m/s) va tovushning daryo tagiga borib qaytish vaqti t ni bilgan holda quyidagi ifodani yozamiz:

$$l = vt/2 \qquad \text{(XV.11)}$$

va

$$h = h_1 + a = \sqrt{\frac{v^2t^2}{4} - b^2} + (h_0 - d), \qquad \text{(XV.12)}$$

bu yerda b – exolot bazasining yarmi, h_0 – kater cho'kishi, α – nur chiqaruvchi moslama tekisligi bilan suv yuzasi orasidagi masofa.

Asbobning asosiy qismlari quyidagilardan iborat:

1) indikator qurilmali markaziy asbob grafitli tasmadan iborat bo'lib, chuqurlik qiymatini avtomatik ravishda yozib boradi;

2) elektr maydonida tovush tebranishini hosil qiluvchi blok;

3) berilgan chastotali ultratovush tarqatuvchi moslama;

4) ultratovush to'lqinini daryo tagidan qaytgandan keyin qabul qilish moslamasi;

5) filtr.

Exolot yordamida chuqurlikni o'lchash aniqligi, chuqurlik 5 m gacha bo'lganda 10–15 sm tashkil etadi, chuqurlik oshgan sayin aniqlik kamayib boradi.

Sistematik xato ta'sirini kamaytirish uchun exolot ko'rsatkichiga quyidagi tuzatmalar kiritiladi: Δ_1 – ultratovush to'lqinining suvda tarqalish tezligining hisobdagidan farqi; Δ_2 – elektrodvigatel aylanishi tezligining hisobdagidan farqi.

Exolotlar ishlatilishidan oldin chuqurliklarni taqqoslash yo'li bilan etalonlanadi, ya'ni bevosita o'lchangan h_b va exolot yordamida o'lchangan h_e qiymat farqi $\Delta h = h_b - h_e$ hisoblanadi.

Exolot yordamida 0,2–0,4 m dan 20–40 m gacha chuqurlik o'lchanishi mumkin.

O'lchash nuqtalarini planli bog'lash. O'lchash katerining planli holati kesishtirish, radiodalnomer tizimi yoki fotogrammetrik usul yordamida aniqlanishi mumkin.

O'lchash nuqtalarini to'g'ri kesishtirish katerdan yoki geodezik asos punktidan bayroq bilan ko'rsatma berish orqali bajarilishi mumkin.

Bu usul yordamida o'lchash nuqtalarining o'ndan bir qismi aniqlanadi. Qolgan nuqtalar holati sekund o'lchagich asbobi yordamida aniqlanadi, bunda kater bir tekis tezlikda harakat qilyapti deb qabul qilinadi.

O'lchash nuqtasining holati teskari kesishtirish usulida harakatdagi katerdan turib, stvor belgilarga bo'lgan yo'nalish bilan qirg'oqdagi planli asoslash punkti orasidagi burchakni sekstant bilan o'lchash orqali ham aniqlanishi mumkin. Bunda o'lchanayotgan stvor bazis chizig'iga perpendikular joylashganda ishonchli natijalar olinadi.

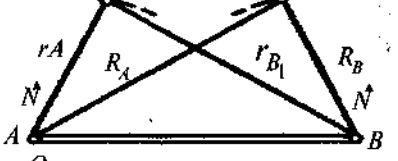
Radioo'lchagich tizimini qo'llash. O'lchash nuqtalarining planli holatini aniqlash uchun radiostansiya va ikkita qaytargichdan tashkil topgan daryo radiolagi qo'llaniladi. Radio-o'lchagich chastotasi $f_1 = 2790$ kHz, qaytargich chastotalari $f_2 = 2/3 \cdot f_1$ va $f_3 = 3/2 \cdot f_1$.

Kater holati R_A va R_B radius-vektorlar yordamida qirg'oqdagi A va B tayanch stansiyalardan turib chiziqli kesishtirish usulida aniqlanadi (101- rasm).

O_1 nuqta uchun $R_A = r_A + \Delta r_A$; $R_B = r_B + \Delta r_B$; bu yerda Δr_A va Δr_B – masofa orttirmasi.

Qaytargich radiostansiyaning o'rni qirg'oqqa yaqin bo'lgan balandroq va kesishtirish qulay bo'lgan joyda tanlanadi.

Planli asos punktlari sifatida maxsus suzuvchi vexalar va boshqa narsalar qo'llanilishi mumkin. Punktlar holati plan masshtabida 0,3 mm dan katta bo'lmagan xatolikda to'g'ri va teskari kesishtirish orqali aniqlanadi.



101-rasm.

70-§. Gidromeliorativ qidiruv ishlari

Melioratsiya tizimi. Yerning tabiiy sharoitini yaxshilash va undan unumli foydalanish usullariga qaratilgan ilmiy-texnikaviy tadbirlar majmui *meliorasiya* deyiladi. Yerni sug'orish yoki quritishga bog'liq bo'lgan tadbirlar *gidromelioratsiya*, tuproq qatlamining suv o'tkazish xususiyatini kuchaytirishga qaratilgan tadbirlar *agromelioratsiya* deb yuritiladi.

Sug'orish ishlari dalaga suv berish uchun ochiq kanal

tarmog'i yoki yopiq quvuro'tkazgichlar tizimi ko'rinishida loyihalanadi.

Magistral sug'orish kanali ko'proq maydonni sug'orishni ta'minlash uchun joyning baland nuqtalaridan 0,003–0,005 nishablikda loyihalanadi.

Sug'orish maydonining 3–5 sm aniqlikdagi tik plani olinadi.

Namli botqoq yerlarni quritish ochiq kanal yoki yopiq drenaj usulida amalga oshiriladi. Ochiq kanal usulida quritgichlar o'tkir burchak ostida joylashtiriladi. Quritgichlar suvni kollektorlarga uzatib beradi. Ulardan esa suv magistral kanalga o'tadi va u orqali daryoga oqiziladi.

Ochiq quritish usuli ekin maydonlarida qishloq xo'jalik mexanizmlarining ishlashiga xalaqit beradi. Shu sababli bu usul o'rmon xo'jaliklarida qo'llaniladi.

Yopiq quritish tizimida boshqaruvchi tarmoq drenaj ko'rinishida quriladi.

Magistral quritish kanali trassasi maydonning eng past otmetkali joylari bo'ylab, 0,0005–0,001 nishablikda loyihalanadi. Kollektorlar uzunligi 600–1000 m, drenajlar esa 150–300 m uzunlikkacha bo'lishi mumkin.

Yopiq tizim qurilishida 40–300 mm diametrli, 333 mm uzunlikdagi quvurlar nivelir yordamida 2–3 sm aniqlikda yotqiziladi.

Melioratsiya tizimini loyihalashning topografik asosi. A.N.Kostyanov ilmiy ishlariga binoan sug'orish ariqchalari uzunligi l va maqbul loyihaviy nishablik i quyidagi ifoda yordamida aniqlanishi mumkin:

$$L = R\upsilon t^{\alpha} / K \text{ va } i = \frac{l^2 K^2}{5^2 \cdot 10^8 R^4 t^{2\alpha}},$$

bu yerda R – oqimning gidravlik radiusi ($R = 0{,}75h$);

h – chuqurlik – 0,2–0,3 m;

υ – oqim tezligi – 0,2 m/s atrofida;

t – sug'orish davri; α – tuproq xususiyati va namligiga bog'liq ko'rsatkich ($\alpha = 0{,}5$);

α – tuproqning namlanish tezligi, $K = 0{,}10$.

Ushbu ifodaga binoan sug'orish ariqchalari uzunligi 60 m dan 150 m gacha, loyihaviy bo'ylama nishablik esa o'rtacha 0,005 qiymatida loyihalanadi.

Gidravlik hisoblar uchun sug'orish ariqchalari uzunligi planda 2–3 m o'rta kvadratik xatolikda, joyning nishabligi esa $m_i/i = 1/5–1/6$ nisbiy xatolikda aniqlanishi mumkin.

Nishablikning o'rtacha $i = 0{,}005$ qiymati uchun $m_i = 0{,}001$ deb qabul qilish mumkin.

Topografik plan masshtabini $1/m = m_{pl}/m_i$ deb ifodalasak, bu yerda m_{pl} – chiziqlarning yaqin geodezik punktlarga nisbatan holatining o'rta kvadratik xatoligi.

Agarda $m_{pl} = 0{,}5$ mm, $m_i = 2{,}5$ m bo'lsa, $1/m = 0{,}5/2500 = 1:5000$ bo'ladi.

Ammo tarmoq elementlarini yaqqolroq ifodalash uchun topografik plan masshtabi 1:2000 bo'lgani maqsadga muvofiq bo'ladi.

Shunday qilib, sug'orish loyihasining ishchi chizmasini ishlab chiqish uchun, joyning 1:2000–1:5000 masshtabdagi plani kerak bo'ladi.

Ko'p sonli tadqiqotlarga binoan, 1:5000 masshtabli stereotopografik usulda tuzilgan planlar uchun nisbatan bir-biriga yaqinda joylashgan nuqtalar balandligini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi 0,20–0,25 m ni tashkil etadi. Bunday xatoliklar nishabliklarni hisoblashda va loyihani joyga ko'chirishda sezilarli ta'sir etishi mumkin. Shu sababli kerakli aniqlikni ta'minlash maqsadida, sug'orish maydonlarida trassalash va maydonni kvadratlarga bo'lab nivelirlash usulida tik tekislash ishlari bajariladi.

Shunday qilib, melioratsiya tizimlarini loyihalashda topografik asos bo'lib 1:200 masshtabli plan qo'llaniladi.

Geodezik asos tuzishning o'ziga xosligi. Melioratsiya tizimlari, odatda, katta maydonlarda daryo va magistral kanallar bo'ylab cho'zilgan holda quriladi. Bunday tizimlar loyihasini joyga ko'chirishdagi geodezik asos bo'lib triangulatsiya yoki chiziqli-burchak tarmoqlari xizmat qiladi. Balandlik asosi

sifatida magistral kanal bo'ylab o'tkaziladigan III sinf nivelirlash tarmog'idan foydalaniladi.

Planli va balandlik asos punktlaridan faqat maydonni planga olishda emas, balki trassalash va rejalash ishlarida ham foydalanish maqsadida, ularni yer ishlari hududidan tashqarida joylashtirishga harakat qilinadi.

Maydonni planga olish, asosan, stereotopgorafik yoki samolyotdan suratga olish usullarida bajariladi.

Stereotopografik usulda relefni tasvirlash aniqligi quyidagicha ifodalanadi:

$$m_h = H/T;$$

bu yerda H – suratga olish balandligi, $1/T$ – asbobning nisbiy xatoligi.

Stereograf va stereoproyektor kabi asboblar uchun $1/T$ = =1:3000–1:4000. Tekis joylar uchun $m_h = 1/4 \cdot h$ va kesim qiymati

$$h = 4H/T$$

yoki $1/T = 1/3000$ bo'lganda,

$$h = 4H/3000 = H/750. \qquad \text{(XV.13)}$$

Bu ifoda yordamida suratga tushirish balandligining kerakli qiymatini hisoblash mumkin.

Stereoasbob yordamida o'lchanadigan nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatoligi quyidagicha ifodalanadi:

$$m_h = \frac{Hm_{\Delta p}}{b+\Delta p}, \qquad \text{(XV.14)}$$

bu yerda b – aerosurat bazisi, ΔP – bo'ylama paralaks farqi.

Agarda $b + \Delta p = 70$ mm, $m_{\Delta p} = 0{,}02$ mm, $H = 400$ m bo'lsa, $m_h = (400 \cdot 0.02)/70 = 0{,}11$ m bo'ladi.

Relefni tasvirlashda lotoklar balandligi, daryo, ko'l, suv omborlari chuqurligini aniqlashga katta ahamiyat beriladi.

71-§. Magistral kanallarni qurishdagi qidiruv ishlari

Kanallar. Loyihalashning topografik asoslari. Foydalanilishiga qarab, kanallar bir nechta turga, jumladan kemalar qatnaydigan, melioratsiya (quritish, sug'orish), suv oqizuvchi, yog'och tashuvchi va boshqalarga bo'linadi. Ba'zan turli xil vazifalarni bajaruvchi kompleks kanallar quriladi.

Suv kanalga suv manbayidan o'zi oqib yoki nasos stansiyasi orqali beriladi. Ular juda kichik nishablikka ega bo'ladi.

Magistral kanal trassasi yo'nalishi va uning parametrlarini aniqlash uchun 1:10000; 1:25000 masshtabdagi topografik karta hamda daryoning bo'ylama profili kerak bo'ladi.

Magistral kanalning texnik loyihasini ishlab chiqish uchun quyidagi ma'lumotlar talab etiladi:

1) joyning daryo o'zani bo'ylab 1–3 km enlikdagi 1:10000–1:5000 masshtabli topografik plani;

2) suv ombori maydonining relef kesim balandligi 1 m bo'lgan 1:10000 masshtabli topografik kartasi;

3) suv o'tkazuvchi inshootlar joylashgan joylarning 1:2000 masshtabdagi topogafik plani;

4) qurilish buyumlari karerining 1:5000 yoki 1:2000 masshtabdagi topografik plani (relef kesim balandligi 1 m);

5) loyihalangan kanal o'qi bo'ylab bo'ylama va ko'ndalang profil;

6) chiziqli inshootlarni texnikaviy qidiruv ishlari materiallari.

Kanal qurishning ishchi chizmasini tuzish bosqichiga quyidagi topografik-geodezik ishlar kiradi:

a) kanalning planli va balandlik asosini tuzish;

b) kanalning tanlangan variantini trassalash; ko'ndalang profillarning planini olish; asosiy nuqtalarni joyda mahkamlash;

d) kanal trassasining murakkab relefli qismini, plotinalar, shluzlar, kanalning turli chiziqli inshootlar bilan kesishgan joylari hamda aholi punktlari qurilishiga ajratilgan uchastkalarni 1:1000–1:2000 masshtabda topografik planga tushirish;

e) suv ombori konturi loyihasini joyga ko'chirish;

f) tasvirli nuqtalarni geodezik bog'lash.

Kanal trassasining geodezik asosi. Kanal trassasini planga olish va rejalash ishlarini bajarish uchun geodezik asos tarmog'i barpo etiladi. Bu yerda ensiz, sezilarli uzunlikdagi maydonni tayanch punktlari bilan ta'minlash talab etilayotganligi uchun planli tayanch tarmoq svetodalnomerli poligonometriya usulida barpo etiladi.

Kanal quriladigan hududdagi davlat geodezik triangulatsiya punktlarining zichligiga bog'liq ravishda yo'llar uzunligi 300 km gacha bo'lgan IV sinf poligonometriya yoki yo'l uzunligi 16 km gacha bo'lgan I darajali poligonometriya tarmog'i o'tkaziladi. Poligonometriya punkti orqali, kanal trassasining loyihaviy burilish burchaklari yordamida, burilish uchlar joyga ko'chiriladi.

Magistral kanallarning injener-geodezik qidiruvi talabiga binoan, loyihaviy koordinatalarini joyga ko'chirish o'rta kvadratik xatoligi 1:2000 masshtabdagi plan uchun 0,4 m qiymatdan oshmasligi kerak. Bu xatolikni teodolit yo'li uchun yo'l qo'yarli desak, poligonometriya boshlang'ich asos sifatida ikki baravar aniqroq, ya'ni poligonometriya yo'lidagi xatolik 0,2 m dan oshmasligi kerak.

Yo'l uzunligi L = 30 km va tomon uzunligi l = 2 km (n=15), burchak va masofa o'lchash xatoliklari m_β = 2″, m_l= =2 sm bo'lganda, tenglashtirilgan yo'l uchun:

$$M_T^2 = \frac{m_l^2 n}{4} + \left(\frac{m_\beta}{\rho} L\right)^2 \frac{n+3}{18} \qquad \text{(XV.15)}$$

va

$$M_T = \sqrt{15 + 30^2 \cdot 18/48} = 18{,}8 \text{ sm}$$

bo'ladi.

Olingan natija yuqorida keltirilgan talabga javob beradi.

Loyihaviy poligonlarda osma teodolit yo'li uzunligi L = $=mT_{o'r}$, bu yerda m – inshootning biror nuqtasi holatining yo'l qo'yarli o'rta kvadratik xatoligi; $1/T_{o'r}$ – yo'llar o'rtacha

nisbiy xatoligi. m = 0,4 m va $1/T_{o'r}$ =1/5000 bo'lsa, L = 2 km bo'ladi.

Balandlik asosi o'zining aniqligi va punktlar joylashish zichligiga bog'liq ravishda topografik plan olish, kanal loyihasini joyga ko'chirish va qurilish ishlarini ta'minlash uchun tuziladi.

Nivelirlash sinfini tanlash boshlang'ich reperlar orasidagi masofa va kanal tagining loyihaviy nishabligiga bog'liq. Kanaldagi nishablik qancha katta bo'lsa, shuncha kichik aniqlikda balandlik asosi barpo etish talab qilinadi. Katta nishabliklar kanal suvi tezligining katta bo'lishiga olib keladi. Ammo tanlangan nishablik kanal tagini yuvib ketmasligi va joyning umumiy nishabligiga mos kelishi kerak. Shuning uchun maqbul tezlik v ga nisbatan loyihaviy nishablik aniqlanadi.

Ma'lumki, Shezi – Pavlovskiy formulasiga binoan:

$$v = \frac{1}{n} R^{1,3\sqrt{n}} R^{\frac{1}{2}} i^{\frac{1}{2}}. \qquad \text{(XV.16)}$$

R darajasi qiymatiga g'adir-budirlik koeffitsiyenti n = =0,0225 ni qabul qilsak,

$$v = \frac{1}{n} R^{0,7} i^{\frac{1}{2}}, \qquad \text{(XV.17)}$$

bu yerda

$$i = v^2 n^2 / R^{1,4}. \qquad \text{(XV.18)}$$

v, n va R o'zgaruvchilar bo'yicha logarifmlab, o'rta kvadratik xatolikka o'tamiz:

$$\frac{m_i}{i} = 2\sqrt{\left(\frac{m_v}{v}\right)^2 + \left(\frac{m_n}{n}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{m_R}{R}\right)^2}. \qquad \text{(XV.19)}$$

Tadqiqotlarga asosan, m_v/v = 0,03; m_n/n = 0,04; m_R/R= = 0,02 bo'lsa, (XV.19) ifodaga binoan;

$$m_l / l = 2 \cdot 10^{-2}\sqrt{9+16+2} = 0{,}10$$

va

$$m_l = 0{,}1_l. \qquad \text{(XV.20)}$$

Odatda, quvuro'tkazgich va kanallarda suyuqlik harakatining gidravlik hisobiga rioya qilish talab etiladi.

Gidroloyiha talablariga binoan loyihalanayotgan kanal bo'ylab III sinf nivelirlash yo'li o'tkaziladi va u har 75 km oraliqda I–II sinf davlat geodezik nivelirlash tarmog'iga bog'lanadi. Bu yo'lga tayangan holda IV sinf nivelirlash yo'llari poligoni barpo etiladi.

Kanal o'qini rejalash. Kanalning asosiy nuqtalari (burilish burchagi uchi, kesishishi va o'tish nuqtalari, shluz o'qlari va boshqalar) loyihaviy koordinatalar orqali beriladi va geodezik asoslash punktlariga nisbatan 1/5000 o'rta kvadratik xatolikdan kichik bo'lmagan holda joyga ko'chiriladi. Qurilish jarayonida kanal o'qlari nuqtalari va ko'ndalang profilini qayta tiklash talab etiladi.

Buning uchun teodolit *AB* o'q ctvoriga (102-rasm) o'rnatiladi va joyidagi *D* nuqtadan β burchak o'lchanadi.

Piketlash daftarchasidan l_1 va l_2 masofalarni bilgan holda, teodolitni stvordan chetlashishi $DS = \delta$ quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\delta = \frac{(180-\beta)'}{\rho'} \cdot \frac{l_1 l_2}{l_1 + l_2}. \qquad \text{(XV.21)}$$

ABC uchburchakdan

$$\delta = l_2 \sin B. \qquad \text{(a)}$$

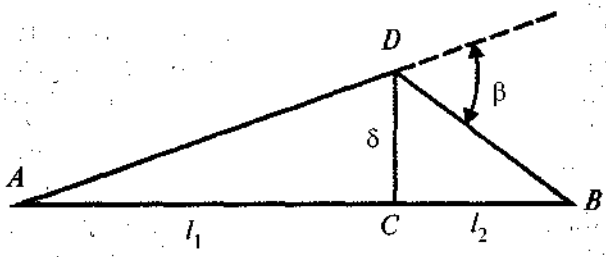
Sinuslar teoremasiga binoan

$$\sin B = \sin\beta l_1 / AB. \qquad \text{(b)}$$

(a) va (b) ifodalardan,

$$\delta = l_1 \, l_2 \sin\beta / AB.$$

Stvordan chetlashishni topish aniqligi:



102-rasm.

$$m_\delta = \frac{m_\beta l_2}{\rho^4} \cdot \frac{K}{K+1}, \qquad \text{(XV.22)}$$

bu yerda

$$K = l_1 / l_2.$$

Nazorat savollari

1. Daryoning bo'ylama profili nima maqsadda tuziladi?
2. Bo'ylama profil nimaga asosan tuziladi?
3. Shezi formulasi qanday ifodalanadi?
4. Bir kunlik bog'lovchi nuqtalar deb nimaga aytiladi va ular nima maqsadda barpo etiladi?
5. Daryo suvi sathi qanday nivelirlanadi?
6. Suv omborlarini loyihalashda qanday geodezik ishlar amalga oshiriladi?
7. Suv omborlarini loyihalashda qanday masshtabdagi topografik kartalardan foydalaniladi?
8. Suv omborlari qurilishida qanday geodezik asos tarmoqlari barpo etiladi?
9. Suv omborlaridagi suvning hajmi qanday hisoblanadi?
10. Nima maqsadda daryo o'zani planga olinadi?
11. O'zanlarni planga olishda planli va balandlik asos sifatida qanday tarmoqlardan foydalaniladi?
12. Oqim chuqurligi qanday usullarda aniqlanadi?
13. Exolot ko'rsatkichiga qanday tuzatmalar kiritiladi?
14. O'lchash katerining planli holati qanday usullarda aniqlanadi?

15. Radioo'lchagich tizimi nima maqsadda qo'llaniladi?
16. Melioratsiya deb nimaga aytiladi?
17. Ochiq va yopiq quritish tizimlari nima maqsadda quriladi?
18. Sug'orish ariqchalari qanday nishabliklarda loyihalanadi?
19. Melioratsiya tizimini loyihalashda qanday planlar asos bo'lib xizmat qiladi?
20. Melioratsiya tizimlarida geodezik asos barpo etishning o'ziga xosligi.
21. Kanallar qanday maqsadlarda quriladi va qanday turlarga bo'linadi?
22. Magistral kanal loyihasini tuzishda qanday ma'lumotlar talab etiladi?
23. Kanal qurishning ishchi chizmasini tuzishdagi geodezik ishlar tarkibini ayting.
24. Kanal qurishdagi planli geodezik asos nima maqsadda va qanday usullarda barpo etiladi?
25. Kanal qurilishidagi balandlik asos sifatida qanday tarmoq xizmat qiladi?
26. Kanal o'zani qanday rejalanadi?

Tayanch so'zlar: *gidrotexnik inshootlar, daryoning bo'ylama profili, suv sathi, oqim nishabligi, Shezi formulasi, gidravlik radius, platina, loyihaviy sath, suv ombori, daryo chuqurligi, o'zanlarni planga olish, exolot, ultratovush to'lqini, o'lchash nuqtasining holati, sekstant, radioo'lchagich tizimi, suzuvchi vexa, melioratsiya, gidromelioratsiya, sug'orish kanali, drenaj, kollektor, samolyotdan suratga olish, stereotopografik, stereoproyektor, lotoklar, magistral kanal.*

XVI BOB. GIDROUZELLARNI QURISHDA BAJARILADIGAN GEODEZIK ISHLAR

72-§. Gidrouzellar. Ularni rejalash

Gidroelektrostansiyalar (GES) gidrouzelning eng murakkab inshooti hisoblanadi. Uning joylashishiga bog'liq holda GES lar ikki turga: plotina qoshidagi va derivatsion GES larga bo'linadi.

Plotina qoshidagi GES lar ikki sxemadan iborat:

1) GES binosi plotinaning bevosita davomi hisoblanadi va bosim hosil qilishda qatnashadi;

2) GES binosi plotina orqasida joylashadi va bosim hosil qilishda qatnashmaydi. Bunday turdagi GES lar uchun suv quvuro'tkazgich orqali beriladi.

Birinchi sxemadagi gidrouzellar tekis daryolarda qo'llaniladi.

Derivatsion sxemada bosim derivatsion inshootlar yordamida barpo etiladi. Daryoning biror qirg'og'ida ma'lum nishablikda kanal, quvuro'tkazgich yoki tunnel quriladi va uning yordamida GES binosiga suv yuboriladi (103-rasm).

Tekis relefli joylarda derivatsion inshootlar sifatida lotok yoki kanal ko'rinishidagi ochiq suvo'tkazgichlar ishlatiladi.

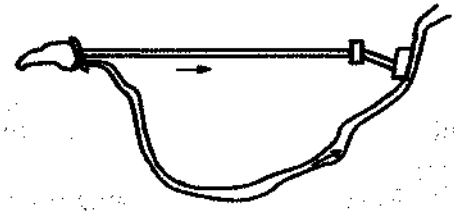
GES binosini, suv uzatuvchi kanallar, nasos stansiyalari va gidrouzelning boshqa inshootlarining ishchi chizmalarini tuzish uchun 1:500–1:1000 masshtabda plan olish ishlari amalga oshiriladi.

Gidrouzel maydonidagi geodezik ishlar loyihasi qurilayotgan gidrouzel maydoni orqali o'tadigan suv hajmini hisobga olgan holda tuziladi.

Gidrouzelning barcha inshootlari loyihani joyga ko'chirishda qat'iy rioya qilinadigan, o'zaro hisoblangan geometrik bog'lanish bilan birlashtirilgan. Inshoot koordinatalar va azimut orqali berilgan, gidrouzelning bosh rejalash o'qi atrofida mujassamlashgan bo'ladi.

Gidrouzelning bosh o'qi planli asos punktlari orqali joyga ko'chiriladi. Gidrouzelning asosiy va yordamchi o'qlarining holatini aniqlash uchun yuqori aniqlikdagi rejalash asosi barpo etiladi.

Gidrouzel qurilishi o'ziga xos bo'lib, geodezik ishlar bajarishda buni e'tiborga olish kerak bo'ladi. Plotina asosi va trubo-



103-расм.

agregatlar poydevori murakkab gidrogeologik sharoitga ega bo'lgan chuqur kotlovanlarda quriladi va rejalash ishlarini olib boirsh uchun u yerda o'q tizimini barpo etish hamda mahkamlash talab etiladi. O'q belgilari doimiy ravishda kuzatib boriladi.

Gidrouzel bir necha bosqichda quriladi va har biri o'zining alohida tarmog'ini barpo etishni talab etadi. Qurilgan inshoot plan va balandlik bo'yicha loyihaga qat'iy mos kelishi uchun, bu tarmoqlar bitta koordinata va balandlik tizimiga bog'langan bo'lishi kerak.

Gidrouzel inshootining ba'zi qismlari ishning boshlang'ich bosqichidanoq yuqori geodezik o'lchashlarni talab etadi.

Shunday qilib, gidrouzel qurish uchun inshoot bosh plani bilan bog'langan, punktlari qurilish boshlanishidan, to tugagunga qadar saqlanib qoladigan, planli va balandlik geodezik asosni barpo etish kerak bo'ladi.

73-§. Gidrouzel qurilishini geodezik ta'minlash

Planli tarmoqlar. Gidrouzel quriladigan maydonda qurilish-montaj ishlarini ta'minlash uchun asosiy rejalash tarmog'i barpo etiladi. Bu tarmoqning birorta tomoni gidrouzelning bosh o'qi bilan ustma-ust tushishi kerak.

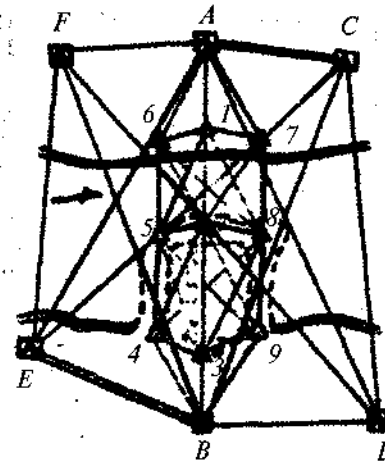
Rejalash tarmog'i triangulatsiya, poligonometriya va chiziqli-burchak tarmog'i ko'rinishida tuziladi. Yirik gidrouzellarda bu tarmoq uzunligi 0,5—1,5 mm ni tashkil etadi, burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi 1,0—1,5'', nisbiy o'rta kvadratik xatolik 1/200000—1:150000 atrofida bo'lishi talab etiladi. Tarmoq punktlarining bir-biriga nisbatan xolati hatoligi o'rtacha 5—10 mm ni tashkil etadi.

Tarmoq alohida tuziladi va qurilish koordinatalar tizimida hisoblanadi, odatda, abssissa o'qi sifatida plotinaning rejalash o'qi qabul qilinadi.

Rejalash tarmog'i punktlari, odatda, 1,2 m balandlikdagi belgilar bilan mahkamlanadi.

Loyiha aniqligini baholash punktlar koordinatalari va burchaklaridan (grafik usulda planda o'lchanadi) foydalanib, parametrik yoki korrelat usulida amalga oshiriladi.

Agarda tarmoqni baholash qiymati chekli qiymatdan oshib ketsa, loyihaga o'zgartirish kiritiladi. 104- rasmda tekis daryodagi gidrouzel uchun rejalash tarmog'ining namunaviy sxemasi keltirilgan.



104-расм.

Ma'lumki, yirik gidrouzel qurilishi ko'p yillar davomida olib boriladi. Lekin asosiy rejalash tarmog'i barcha vaqt mobaynida boshlang'ich holatdagiday o'zgarmasligi kerak bo'ladi. Shuning uchun bu tarmoq punktlarini mahkamlashga muhim ahamiyat berilishi kerak bo'ladi.

Asosiy tarmoq gidrouzel alohida inshootlarining planli siljishini kuzatishda ham foydalanilishi mumkin.

Gidrotexnik tunnellar qurilishida chiziqli-burchak tarmog'i barpo etiladi. Ularning tutashishini ta'minlash 100 mm o'rta kvadratik xatolikdan katta bo'lmasligi kerak.

Balandlik tarmoqlari. Yirik gidrouzellar qurilishida balandlik asosi quyidagi maqsadda tuziladi.

a) qurilish-montaj ishlarini balandlik bilan ta'minlash uchun;

b) gidrouzel inshootlarining cho'kishini kuzatish uchun.

Rejalash balandlik tarmoqlari qurilish maydonida teng taqsimlanadi. Tarmoq III va IV sinf nivelirlash yo'llari yoki poligonini o'tkazish orqali barpo etiladi.

Tog'li joylarda yuqori bosimli plotinalar qurilishida II sinf nivelirlash yo'li o'tkaziladi.

Bunday yo'l uzunligi quyidagi umumiy ifoda yordamida hisoblanishi mumkin (tog'li hududlar uchun)

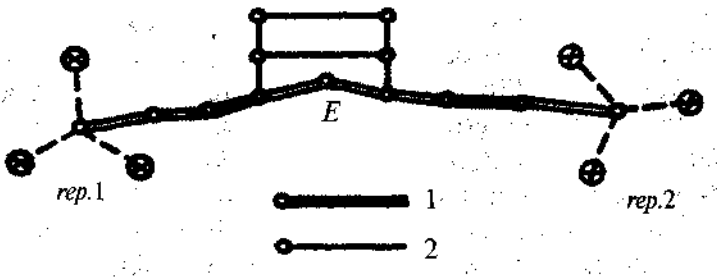
$$f_{hII} = 6\sqrt{L_{km}},$$

f_{hII} = 20 mm deb qabul qilsak, L = 400/36 = 11 km bo'ladi.

III sinf nivelirlash tarmog'i uchun L = 400/100 = 4 km ni tashkil etadi.

Odatda, gidroinshootlar cho'kishini kuzatish uchun nivelir tarmoqlari ikki bosqich ko'rinishida loyihalanadi (105-rasm).

Birinchi bosqich o'ng va chap qirg'oqda mustahkam tuproqda joylashgan boshlang'ich reperlar majmuini bog'laydi.



105-rasm.

Bunday nivelirlash yo'llari to'g'ri va teskari yo'nalishda, asbob gorizontining ikkita holatida o'tkaziladi.

Ikkinchi bosqich barcha markalarni qamragan bo'lib, birinchi bosqich reperlariga tayanadi. Bu yerda nivelirlash yo'li bitta asbob gorizontida to'g'ri va teskari yo'nalishda o'tkaziladi.

Balandlik tarmog'i loyihasini baholash quyidagi ifoda yordamida bajariladi:

$$m_S = \mu_h \sqrt{2h_E}, \qquad \text{(XVI.1)}$$

bu yerda, m_S – cho'kishni aniqlashning berilgan o'rta kvadratik xatoligi; μ_h – vazn birligi xatoligi; h_E – tarmoqning zaif nuqtasi E gacha bo'lgan stansiyalar soni.

Bundan birinchi va ikkinchi bosqichlar uchun vazn birligi xatosiligini hisoblash mumkin:

$$\mu_{h1} = m_{S1}\sqrt{2h_{E_1}} \qquad \text{(XVI.2)}$$

va

$$\mu_{h2} = m_{SII}\sqrt{2h_{E_{II}}}\ .$$

Agarda $n_E = 12$ bo'lsa, $\mu_{hI} = 0{,}45/\sqrt{2 \cdot 12} = 0/09$ mm bo'ladi. Bu qiymatni qisqa tomonli yuqori aniqlikdagi nivelirlash usulida ta'minlash mumkin bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Gidrouzel maydonida bajariladigan geodezik ishlar tarkibi nimalardan iborat?
2. Gidrouzel qurilishining o'ziga xosligi.
3. Gidrouzel maydonida qanday planli tarmoq barpo etiladi?
4. Gidrouzel qurilishida balandlik tarmog'i nima maqsadda va qanday usullarda barpo etiladi?
5. Gidroinshootlar cho'kishini kuzatish uchun nivelirlash tarmoqlari qanday bosqichlarda loyihalanadi?
6. Balandlik tarmog'i loyihasini baholash qanday ifodalanadi?

Tayanch so'zlar: *suv havzasi, tafsilotlar plani, batafsil plan, ko'prik uzunligi, oraliq qismi, ikkilangan geometrik nivelirlash, gidrostatik nivelirlash, ko'prik tayanchi, ko'prik triangulatsiyasi, chiziqli-burchak kesishtirish, ko'prik siljishi, deformatsiya.*

XVII BOB. TUNNEL TRASSASINI GEODEZIK ASOSLASH

74-§. Tunnellarni barpo etish va loyihalash usullari

Tunnellarni barpo etish. Tunnellar muhim injenerlik inshootlari hisoblanib, gidrotexnik va sanoat majmualarini barpo etish jarayonidagi yo'l va suv aloqa yo'llarida quriladi.

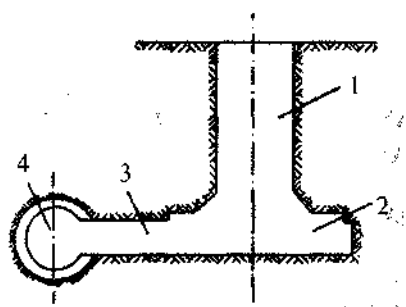
Tunnellar tog‘-kon sanoatida, metro qurilishida va shaharlarda turli xil injenerlik inshootlarini barpo etishda keng qo‘llaniladi.

Kichik chuqurlikdagi tunnellar ochiq usulda quriladi. Shu bilan birga imorat qurilmagan joylarda tunnellar qiya yon-bag‘irli chuqurliklarda, imorat qurilgan joylarda esa chekkasi panjara to‘siqli chuqurliklarda quriladi.

Binolar yaqinida tunnel qurishda ko‘pincha zovur usuli qo‘llaniladi. Zovurning bevosita bino yonidan o‘tadigan qismida uzluksiz zovur o‘rniga alohida quduqchalar qaziladi va zovur devorlari betonlanadi. Devor qurilishi tugagandan keyin va beton tegishli mustahkamlikda qotgandan so‘ng zovur ichidagi tuproq olinadi, keyin tunnel to‘sini betonlanadi.

Chuqur joylashgan metro tunnellari vertikal shaxta orqali quriladi. Bunday shaxtalardan keyinchalik ham foydalanish maqsadida ular tunnel trassasi o‘qidan 20–50 m chekkaga loyihalanadi. Shaxta *1* (106-rasm) qurilishi loyihaviy chuqurlikka yetkazilgandan keyin, maxsus maydoncha *2* quriladi. Shaxtadan tunnel trassasi *4* ga chiqish uchun o‘tish tuynukchasi *3* quriladi.

Tuproq kovlab olinganidan keyin tunnel kesimining ichki konturi bo‘ylab maxsus qoplama bilan mahkamlanadi. Qoplama temir yoki temir-betondan tashkil topgan bo‘lib, 0,75–1 m enlikdagi alohida halqalardan iborat. Har bir halqa tyubing deb nomlanadigan alohida segmentlardan yig‘iladi. Bunday qoplamalar ko‘proq metro va gidrotexnik tunnellarda qo‘llaniladi.



106-расм.

Qoplamaning talab qilingan mustahkamligini hisoblashda ko‘ndalang kesim o‘lchami, gidrogeologik sharoit va tog‘ bosimi qiymati hisobga olinadi. Gidrotexnik tunnellarda suv o‘tkazmaslik xususiyati yuqori bo‘lgan qoplamalar qo‘llaniladi.

Tunnel ko‘ndalang kesimining shakli va o‘lchamlari (eni,

balandligi) uning o'tkazish qobiliyatiga bo'lgan talabga binoan aniqlanadi.

Temiryo'l tunnellari bir yo'lli yoki ikki yo'lli harakat yo'nalishida quriladi. Metro tunnellari, gabarit o'lchamlarining turliligi bilan ajralib turadi. Tunnelning yurish qismi stansiyaga nisbatan ancha kichik gabarit o'lchamga ega bo'ladi. Gidrotexnik tunnellar gabarit o'lchami loyihaga binoan o'tkazilishi kerak bo'lgan suv hajmi bilan aniqlanadi.

Ko'ndalang kesim shakli qurilayotgan tunnelning o'lchami vazifasi, qurish usuli hamda tog' bosimi yo'nalishiga bog'liq.

Chuqur joylashgan bir yo'lli metropolitenlar, odatda, doiraviy kesimda quriladi. Katta bo'lmagan chuqurlikda joylashgan metropoliten tunnellari to'g'ri burchakli kesimga ega bo'ladi.

Tunnel trassasini loyihalash usullari. Tunnel trassasini loyihalash geometrik yoki analitik usulda bajariladi.

Tunnellarni loyhalashning geometrik usuli asosan loyhalanayotgan trassa nisbatan murakkab bo'lmagan topografik sharoitda joylashgan aloqa yo'llari va gidrotexnik inshootlarda qo'llaniladi. Geometrik usulda tunnel o'qi bevosita joyda trassalanadi. Shuning uchun geodezik o'lchashlar xatoligi loyihalash aniqligiga ta'sir etadi.

Joyga ko'chirilgan va mahkamlangan trassa tunnel qurishda asos bo'lib xizmat qiladi. Murakkab topografik sharoitlarda bu usulni qo'llash katta qiyinchiliklar bilan bog'liq, shahar sharoitida metroni loyhalashda esa bu usul umuman qo'llanilmaydi.y

Metropoliten hamda murakkab topografik sharoitda joylashgan tunnellar trassalari analitik usulda loyhalanadi. Bu usulning mohiyati quydagicha: texnikaviy-iqtisodiy qidiruv ma'lumotlariga asosan loyihalanayotgan tunnel trassasi 1:2000 masshtabdagi shahar planiga tushiriladi va unga asosan qayrilish burchak uchlarining koordinatalari grafik usulda aniqlanadi. Shu tarzda aniqlangan koordinatalardan foydalanib, teskari masala yechish yo'li bilan, trassa tomonlarining

azimutlari α va burilish uchlari orasidagi masofalar *l* quyidagi ifodalar yordamida hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} \operatorname{tg}\alpha_{1,2} &= \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, \\ l_{1,2} &= \frac{y_2 - y_1}{\sin\alpha_{1,2}} = \frac{x_2 - x_1}{\cos\alpha_{1,1}}, \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XVII.1)}$$

bu yerda: y_1, x_1, y_2 va x_2 — 1 va 2 nuqtalar koordinatalari (plandan olingan).

Grafik usulda aniqlangan koordinata xatoligi loyihalangan trassani joydagi tafsilotlarga nisbatan katta bo'lmagan siljishiga olib kelishi mumkin. Ammo trassaning burilish nuqtalari o'zaro matematik bog'langan bo'ladi. Hisoblangan azimutlar yordamida aylanma qayrilmaning elementlari aniqlanadi.

Analitik usulda topilgan burilish burchagi, tomonlar uzunliklari va aylanma qayrilma qiymatlari qurilish jarayonida tunnel o'qini joyga ko'chirishda asos bo'lib xizmat qiladi. Loyihalashning analitik usulida tunnel o'qini yerning ustki qismida trassalash zaruriyati bo'lmaydi, shuning uchun bu usul tog'li sharoitlarda ham qo'llanilishi mumkin.

75-§. Tunnelni geodezik asoslash sxemasi

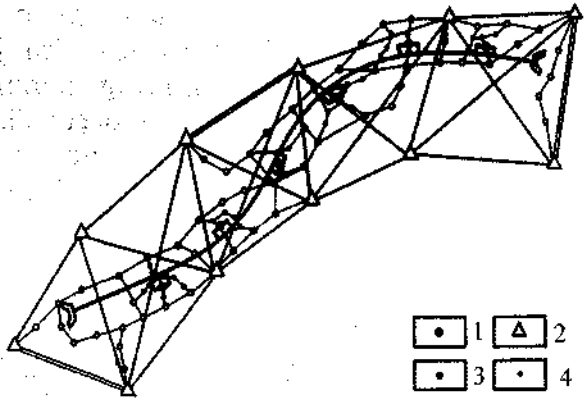
Planli geodezik asos barpo etish. Tunnel o'qi loyihasini joyga ko'chirishda tunnel triangulatsiyasi, trilateratsiya yoki chiziqli-burchak tarmog'i asosiy planli geodezik asos bo'lib xizmat qiladi. Bu usullarda barpo etilgan planli asos punktlarini to'ldirish uchun asosiy poligonometriya tarmog'i yoki poligonometriya yo'li o'tkaziladi.

Agarda joy sharoiti tarmoq punktlarini shaxtaga bevosita yaqin joylashtirishga imkon bersa, loyhalangan trassa bo'ylab uzluksiz asosiy poligonometriya tarmog'ini barpo etish talab etilmaydi. Bunday hollarda asosiy poligonometriya tarmog'i faqat shaxta maydonchasi atrofida barpo etiladi.

Asosiy poligonometriya punktlaridan yer ostiga koordinata uzatish uchun yaqinlashuvchi poligonometriya tarmog'i o't-kaziladi.

Metro tunneli qurilishi uchun barpo etiladigan planli geodezik asosning umumiy sxemasi 107-rasmda ko'rsatilgan.

Yaqinlashuvchi poligonometriya tarmog'i punktlaridan yer osti geodezik asos punktlariga koordinata uzatish shaxta orqali amalga oshiriladi.



107-rasm.

1–shaxta; *2*–triangulatsiya punktlari; *3*–asosiy poligonometriya tarmog'i punktlari; *4*–yaqinlashuvchi poligonometriya tarmog'i punktlari.

Yaqinlashuvchi poligonometriya tarmog'i tomonlarining direksion burchaklari yer osti geodezik asosini oriyentirlash uchun yetarli aniqlikka ega emas, shuning uchun yer ostiga direksion burchak uzatish bevosita triangulatsiya tomonlaridan yoki hech bo'lmaganda asosiy poligonometriya tomonlaridan uzatishga harakat qilinadi.

Direksion burchak va koordinatani shaxta orqali yerning ostki qismiga uzatish jarayoni *yer osti geodezik asosini oriyentirlash* deyiladi.

Trassa bo'ylab avval nisbatan qisqa tomonli ishchi

poligonometriya, keyin tomonlar uzunligi 50–100 m bo'lgan asosiy yer osti poligonometriyasi o'tkaziladi.

Balandlik geodezik asosini tuzish. Trassa profilining loyhasini joyga ko'chirish uchun nivelir tarmog'i ko'rinishida balandlik geodezik asosi barpo etiladi. Nivelirlash sinfi tunnel uzunligiga bog'liq ravishda tanlanadi.

Tunnel qurish aniqligiga bo'lgan talabni ko'pchilik holda IV sinf nivelirlash tarmog'i ta'minlashi mumkin. Ammo ishonchli balandlik punktlari faqatgina tunnelning loyihaviy profilini ta'minlash uchun emas, balki yer osti ishlari ta'sirida sodir bo'lishi mumkin bo'lgan cho'kish jarayonini kuzatishda ham kerak bo'ladi. Shuning uchun tunnel qurilishida III sinf nivelirlash tarmog'i barpo etiladi.

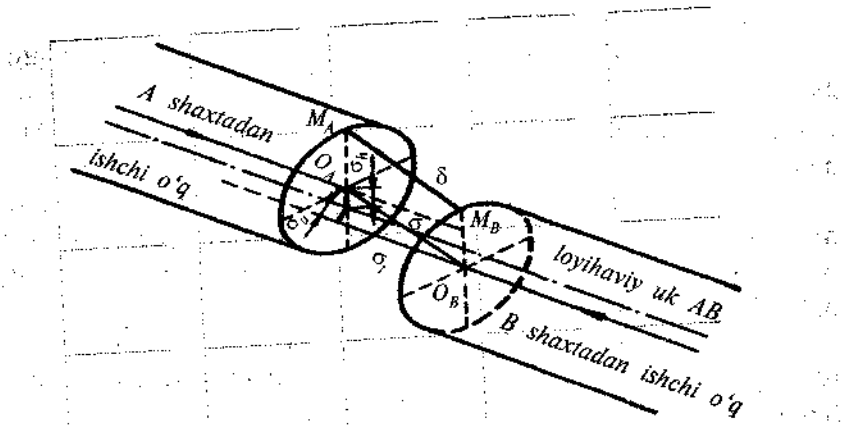
Shahar hududlarida metro qurish uchun tuzilgan nivelirlash tarmoqlari II sinf nivelirlash markalariga bog'lanadi. Imorat qurilmagan hududlarda temiryo'l, gidrotexnik va boshqa tunnellar qurilishida III sinf nivelirlash tarmog'i birlamchi balandlik geodezik asos bo'lib xizmat qiladi.

76-§. Plan va balandlik asosini barpo etishdagi yo'l qo'yiladigan xatolikni hisoblash

Tunnellar tutashmasi aniqligiga bo'lgan talablar. Bir-biriga qarama-qarshi yo'naltirilgan yer osti ishlarining tutashishini ta'minlash tunnel qurilishida asosiy geodezik masala hisoblanadi.

Agar tunnel ikkita A va B shaxtalardan bir-biriga qarab qurilayotgan bo'lsa (108-rasm), u holda geodezik ishlar va rejalashdagi xatoliklar ta'sirida tunnel qoplamalarining uchrashish joyida tafovut (nesboyka) kelib chiqadi.

Faraz qilamiz, A shaxta tomonidan tunnel qurilganda, qoplama loyihasidagi M nuqta joyda MA nuqtada, shu nuqtaning o'zi B shaxta tomonidan tunnel qurilganda M_B nuqtada bo'lib chiqdi. U holda M_AM_B chiziq tunnel qoplamasining M nuqtadagi δ tutashmaslik qiymatini ko'rsatadi. Shunga o'xshash, agarda tunnelning ishchi o'qida



108-rasm.

loyihaviy holatda joylashgan O nuqta A shaxtadan o'qni joyga rejalashda O_A nuqtaga, B shaxtadan rejalashda esa O_B nuqtaga to'g'ri kelsa, hosil bo'lgan O_AO_B chiziq ishchi o'qlarning tutashmasligi deyiladi va uni σ harfi bilan belgilaymiz. δ tutashmaslik geodezik ishlar xatoligi, inshootning loyihaviy rejalash o'qidan chetlashishi hamda qurilish jarayonidagi deformatsiyaning ta'sir etishi natijasida yuzaga keladi.

σ tutashmaslik qiymati esa faqat yer osti va yer yuzasida barpo etiladigan geodezik asos xatoliklaridan vujudga keladi. Shu sababli, δ ning qiymati σ qiymatidan katta bo'ladi.

σ ning chekli o'lchami qiymati loyihada ko'zda tutilgan gabarit o'lcham jamg'armasi bo'yicha aniqlanadi. Agarda tunnel qoplamasining haqiqiy tutashmaslik qiymati yo'l qo'yarlidan katta bo'lsa, u holda tunnelni qaytadan qurish talab etiladi.

Yer osti o'qlaridagi tutashmaslik uchta tashkil etuvchi xatoliklardan iborat: ko'ndalang σ_u, bo'ylama σ_l va balandlik σ_h,

Buni quydagicha ifodalash mumkin:

$$\sigma_2 = \sigma_u^2 + \sigma_l^2 + \sigma_h^2. \qquad \text{(XVII.2)}$$

To'g'ri chiziqli tunnellar qurilishida bo'ylama xatolik σ_l ko'ndalang xatolik σ_u ga nisbatan katta ahamiyatga ega bo'lmaydi. Egri chiziqli tunnellar qurilishida ko'ndalang xatolik

σ_u qanday e'tiborga olinsa, bo'ylama xatolik σ_l ga ham shunday e'tibor beriladi. Tunnel qurilishida mavjud bo'lgan texnik vositalar bilan balandlik bo'yicha tutashmaslikni ta'minlash plan bo'yigacha ta'minlashdan nisbatan osonroq bo'ladi.

Tunnel qurilishida geodezik asos tarmog'ini barpo etish mas'uliyatli hisoblanganligini e'tiborga olib, barcha bosqichdagi o'lchamlar ko'p marta bajariladi va o'rtacha qiymat oxirgi natija sifatida olinadi.

Ishchi o'qi holatidagi yo'l qo'yarli o'rta kvadratik xatolikni hisoblaymiz. Tyubing qoplamasidagi nuqtaning loyihadan siljishiga quyidagilar ta'sir qiladi:

1) planli geodezik asos xatoligi – δ_1;

2) balandlik geodezik asos xatoligi – δ_2;

3) halqalarni yotqizishda ularning rejalash o'qidan chetga chiqishi – δ_3;

4) halqalar geometrik shaklining loyihadan chetga chiqishi (ellipssimon) – δ_4;

5) tog' bosimi ta'sirida halqalar deformatsiyasi – δ_5.

Balandlik asosi xatoligi tutashishining umumiy xatoligi planliga nisbatan ikki marta kam ta'sir etadi deb qabul qilish mumkin, ya'ni $\delta_2 = 0{,}5\delta_1$. Agarda, $\delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = 50$ mm deb qabul qilsak, tunnel qoplamasining loyhaviy holatdan chetga chiqish qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$\delta = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2} \quad . \qquad \text{(XVII.3)}$$

Bu ifodaga yo'l qo'yarli chetga chiqish kattaligi $\delta = 100$ mm ni va tashkil etuvchilar qiymatlarini qo'ysak,

$$100^2 = \delta_1^2 + 0{,}25\ \delta_1^2 + 50^2 + 50^2 + 50^2,$$

bu yerda

$$\delta_1^2 = 2500/1{,}25 \text{ yoki } \delta_1 = 45 \text{ mm} \qquad \text{(XVII.4)}$$

hamda $\delta_2 = 22{,}5$ mm.

Shunday qilib, tutashmaning me'yoriy aniqligini ta'minlash uchun yer yuzasidagi va yer osti planli geodezik asos tarmog'ining o'rta kvadratik xatoligi 45 mm dan, balandlik asosi xatoligi esa 22,5 mm dan oshmasligi kerak.

δ_1, δ_3, δ_4 va δ_5 kattaliklar boshqacha bo'lishi ham mumkin va ular me'yoriy hujjatlarda beriladi.

Shaxtalar orasidagi tutashma xatoligining tahlili. Tunnellar qurilishida ikkita uchrashuvchi ishchi o'qlarning tutashmasi aniqligiga ta'sir etuvchi geodezik ishlar xatoligini hisoblaymiz. Yaqinlashuvchi poligonometriya tarmoqlaridagi o'lchash ishlarining xatolik ta'siri ikkita yonma-yon joylashgan shaxtalar orasidagi masofaga bog'liq emas va qiymati jihatidan oriyentirlash xatoligi ta'siriga nisbatan ancha kichik bo'ladi.

Shuning uchun ikkita uchrashuvchi tunnellar o'qlarining planli tutashmasi aniqligiga bir-biriga bog'liq bo'lmagan quyidagi o'rta kvadratik xatoliklar ta'sir qiladi:

1) yerning ustki qismida geodezik asos tuzish – m_1;

2) yer osti asosini A shaxta orqali oriyentirlash – m_2;

3) yer osti asosini B shaxta orqali oriyentirlash – m_3;

4) tunnel trassasi bo'ylab A shaxtadan tutashmagacha yer osti poligonometriya yo'lini o'tkazish – m_4;

5) tunnel trassasi bo'ylab B shaxtadan tutashmagacha yer osti poligonometriya yo'lini o'tkazish – m_5.

Shunday qilib, ikkita tutashuvchi tunnellar planli tutashmasining o'rta kvadratik xatoligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2}\,. \qquad \text{(XVII.5)}$$

Amaliyot natijalarining tahlili shuni ko'rsatadiki, 1–1,5 km uzunlikdagi tunnellar uchun yuqorida ko'rsatilgan xatoliklar ta'sirini bir xil kattalikda qabul qilish mumkin.

Demak, (XVII.5) ifodada $m_1 = m_2 = m_3 = m_4 \approx m_5 = \mu_s$ deb qabul qilish mumkin. U holda $m = \mu_s\sqrt{5}$. Bundan:

$$\mu_s = m\,/\sqrt{5} = 0{,}45\ m. \qquad \text{(XVII.6)}$$

(XVII.4) ifodaga binoan $m = \delta_1 = 45$ mm, u holda har bir xatolik qiymati $\mu_s = 45/\sqrt{5} = 20$ mm bo'ladi.

μ_s qiymati geodezik ishlarni bajarishning turli bosqichlarida o'lchashlarning kerakli aniqligini hisoblashda asos bo'lib xizmat qiladi.

Kattaroq uzunlikdagi (1,5 km dan katta) tunnellar uchun alohida xatolar manbalarining teng ta'sir qilish tamoyilini qo'llash mumkin bo'lmaydi. U holda masalani ketma-ket yaqinlashish usulida yechish kerak bo'ladi.

Faraz qilamiz, teng ta'sir qilish tamoyiliga asosan hisoblashda, yer osti geodezik asosini oriyentirlash uchun juda yuqori aniqlik, triangulatsiya uchun esa ancha kichik aniqlik talab etilsin. Bu holatda (XVII.5) ifodadagi m qiymatlarga vazn koeffitsiyenti berish kerak bo'ladi. Ko'rilayotgan holat uchun m_1 qiymatiga beriladigan koeffitsiyent birdan kichik, m_2 va m_3 koeffitsiyentlari esa birdan katta qilib qabul qilinadi.

Misol tariqasida quyidagi qiymatlarni qabul qilamiz:

$$m_1 = 0{,}7\mu_s;\ m_2 = 2{,}5\mu_s;\ m_3 = 2{,}5\mu_s;\ m_4 = \mu_s;\ m_5 = \mu_s. \quad \text{(XVII.7)}$$

U holda

$$m = \sqrt{(0{,}7\mu_s)^2 + (2{,}5\mu_s)^2 + (2{,}5\mu_s)^2 + \mu_s^2 + \mu_s^2} \quad \text{(XVII.8)}$$

yoki

$$m = \mu_s\sqrt{15},$$

bu yerda $\mu_s = 0{,}26$ mm, $m = 45$ mm bo'lganda, $\mu_s \approx 11{,}6 \approx$ ≈ 12 mm bo'ladi.

Darhaqiqat, planli geodezik asos xatoligining tutashmaga ta'siri $m_1 = 0{,}7\mu_s = 8$ mm bo'ladi.

Oriyentirlash xatosining ta'siri $m_2 = m_3 = 2{,}5\mu_s = 29$ mm, yer osti poligonometriya tarmog'i yo'llarini o'lchash xatoligining ta'siri esa $m_4 = m_5 = \mu_s = 12$ mm ga teng bo'lishi mumkin.

Peshtoqlar orasidagi tutashma xatoliklari tahlili. Peshtoq orqali quriladigan tog' tunnellarida oriyentirlash xatoligining ta'siri bo'lmaydi va ishchi o'qlar aniqligiga faqat uchta xatolik: geodezik asos va ikkita peshtoqdan tutashish joyiga yo'naltirilgan yer osti poligonometriya yo'llaridagi geodezik o'lchashlar xatoliklari ta'sir qiladi.

Buni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\mu_p = m/\sqrt{3} = 0{,}58\ m. \qquad \text{(XVII.9)}$$

Agarda $m = 45$ mm bo'lsa, $\mu_p = 26$ mm bo'ladi.

Asosiy hisoblash formulalari. Yuqorida ta'kidlangani kabi, to'g'ri chiziqli tunnellar qurilishida bo'ylama tutashma ahamiyatga ega bo'lmaydi, shuning uchun geodezik o'lchashlar aniqligini hisoblashda tutashmaning ko'ndalang xatoligi qiymatini planli tutashmaning yo'l qo'yarli chetlanishi deb qabul qilish mumkin.

Egri chiziqli tunnellar aniqligini hisoblashda

$$\mu_s = \sqrt{\mu_{su}^2 + \mu_{st}^2}, \qquad \text{(XVII.10)}$$

bu yerda μ_{su} va μ_{st} – ko'ndalang va bo'ylama xatoliklar.

Teng ta'sir qilish prinsipiga asosan

$$\mu_{su} = \mu_{st} = \mu_s/\sqrt{2}, \qquad \text{(XVII.11)}$$

peshtoq orqali qaziladigan tunnellar uchun

$$\mu_{nu} = \mu_{nt} = \mu_n/\sqrt{2} \qquad \text{(XVII.12)}$$

Birinchi holat uchun (XVII.6) ifodaga binoan $\mu_c = m/\sqrt{5}$, ikkinchi holat uchun (XVII.9) ifodaga binoan asosiy hisoblash formulalarini olamiz.

To'g'ri chiziqli tunnellar uchun:

a) shaxtalar orqali

$$\mu_s = m/\sqrt{45}, \qquad \text{(XVII.13)}$$

agarda $m = 45$ mm bo'lsa, $\mu_s = 45/\sqrt{5} = 20$ mm;

b) peshtoqlar orqali

$$\mu_s = m/\sqrt{3}, \qquad \text{(XVII.14)}$$

agarda $m = 45$ mm bo'lsa, $\mu_n = 45/\sqrt{3} = 26$ mm

Egri chiziqli tunnellar uchun:

a) shaxtalar orqali

$$\mu_{su} = \mu_{st} = \mu_s/\sqrt{2} = m/\sqrt{10}, \qquad \text{(XVII.15)}$$

$m = 45$ mm bo'lganda $\mu_{su} = \mu_{st} = 45/\sqrt{10} = 14{,}2$ mm;

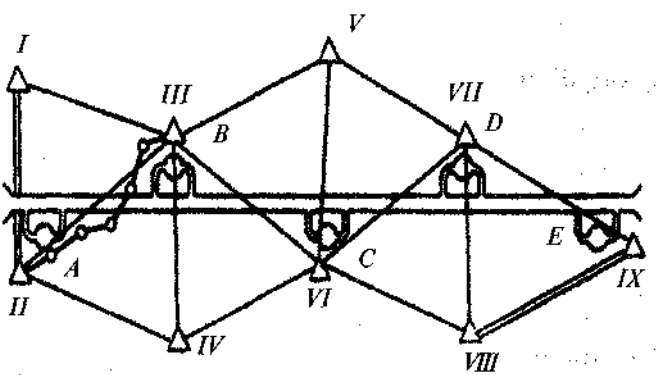
b) peshtoqlar orqali

$$\mu_{nu} = \mu_{nt} = \mu_n/\sqrt{2} = m/\sqrt{6}, \qquad \text{(XVII.16)}$$

$m = 45$ mm bo'lganda $\mu_{nu} = \mu_{nt} = 45/\sqrt{6} = 18{,}3$ mm.

77-§. Geodezik asosning turli bosqichlaridagi o'lchashlar aniqligining hisobi

Tunnel triangulatsiyasi aniqligi. Faraz qilamiz, to'g'ri chiziqli tunnel *A*, *B*, *C*, *D* va *E* (109-rasm) shaxtalar orqali qurish ko'zda tutilgan va yer yuzasidagi planli asos triangulatsiya usulida barpo etiladi.



109-rasm.

Tunnelning ikki chekkasida joylashgan II va IX punktlarning o'zaro joylashish aniqligining yo'l qo'yarli o'rta kvadratik xatoligini hisoblaymiz. Agarda tunnel triangulatsiyasining yonma-yon joylashgan shaxtalar tutashmasiga ta'sirini m_1 deb qabul qilsak, u holda triangulatsiyaning barcha qatori uchun quyidagini qabul qilish mumkin:

$$M_{Tu} = m_1\sqrt{n}, \qquad \text{(XVII.17)}$$

bu yerda n — qo'shni shaxtalar orasidagi tutashmalar soni.

Tunnelning umumiy uzunligini L bilan belgilaymiz, qo'shni shaxtalar orasidagi tunnel kesimining o'rtacha uzunligini esa l bilan belgilaymiz, u holda

$$n = L/l. \qquad \text{(XVII.18)}$$

(XVII.18) ifoda qiymatini (XVII.17) ifodaga qo'yib, quyidagini yozamiz

$$m_{Tu} = m_l\sqrt{L/l}. \qquad \text{(XVII.19)}$$

m_{Tu} kattalik triangulatsiya qatoridagi oxirgi punktning boshlang'ichga nisbatan ko'ndalang siljishidan aniqlanadi. Shuning uchun $m_{Tu} = m_{u(k-n)}$ deb yozishimiz mumkin.

Tik shaxtalar orqali quriladigan to'g'ri chiziqli tunnellar uchun

$$m_{Tu} = \mu_s = m\sqrt{5},$$

u holda

$$m_{u(o-b)} = m\sqrt{\frac{L}{5l}}. \qquad \text{(XVII.20)}$$

$m = 45$ mm, $L = 4$ km va $l = 1$ km bo'lganda, triangulatsiya punktlarining o'zaro holatini aniqlashning chekli o'rta kvadratik ko'ndalang xatoligi quydagicha aniqlanadi:

$$m_{u(o\text{-}b)} = 45\sqrt{\frac{4}{5}} = 40 \text{ mm}.$$

Egri chiziqli tunnellar uchun (XVII.13), (XVII.14) ifodalarga binoan:

a) shaxtalar orqali

$$m_{l(o\text{-}b)} = m_{u(o\text{-}b)} = m\sqrt{\frac{L}{10l}} = 45\sqrt{\frac{4}{10}} = 28{,}4 \ mm;$$

b) peshtoqlar orqali

$$m'_{l(o\text{-}b)} = m'_{u(o\text{-}b)} = \frac{m}{\sqrt{6}} = \frac{45}{\sqrt{6}} = 18{,}3 \text{ mm}.$$

Triangulatsiyada burchak o'lchashdagi talab qilingan aniqlikni hisoblash uchun quydagi ifodaga murojaat etamiz:

$$m_q = L\sqrt{\frac{m_\alpha^2}{\rho^2} + \frac{2}{15}\cdot\frac{m_\beta^2}{\rho^2}\cdot\frac{k^2+k+3}{k}}. \quad \text{(XVII.21)}$$

bu yerda: L – qatordagi diagonal uzunligi:

m – o'lchangan burchakning o'rta kvadratik xatoligi;

k – oraliq tomonlar soni.

Tunnel triangulatsiyasida boshlang'ich direksion burchak xatoligi tutashmadagi xatolikka ta'sir etmaydi, shuning uchun $m_\alpha = 0$ deb qabul qilish mumkin. U holda

$$m_\theta = L\,\frac{m''_\beta}{\rho''}\sqrt{\frac{2}{15}\cdot\frac{k^2+k+3}{k}}. \quad \text{(XVII.22)}$$

Triangulatsiya qatori uzunligi L ni tunnel uzunligi deb qabul qilsak va $m_{u(o\text{-}b)} = m_\theta$ bo'lsa,

$$m\sqrt{\frac{L}{5l}} = L\frac{m''_\beta}{\rho''}\sqrt{\frac{2}{15}\cdot\frac{k^2+k+3}{k}},$$

bundan

$$m''_\beta = m\rho''\sqrt{\frac{15k}{10l\cdot L(k^2+k+3)}}. \qquad \text{(XVII.23)}$$

m = 45 mm, L = 4 km, l = 1 km, k = 4 bo'lganda m_β = = 2,3″ bo'ladi.

Darhaqiqat, yshbu tunnel triangulatsiyasi tarmog'i uchun burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi 2″ ni tashkil etishi kerak.

Poligonometriya aniqligi. Odatda, triangulatsiya tarmog'i bilan barpo etilgan geodezik asos poligonometriya tarmog'i bilan to'ldiriladi. Tunnelning uzunligi L = 4 km, tunnel tarkibidagi shaxtalar orasidagi masofani 1 km deb qabul qilamiz. U holda tutashma xatoligiga triangulatsiyadagi o'lchamlar xatoligi m_l bilan bir qatorda asosiy poligonometriya tarmog'i ham ta'sir etadi.

(XVII.12) ifodaga binoan to'g'ri chiziqli tunnellar uchun ko'ndalang siljish

$$m_{Tu} = m_{pu} = m_1/\sqrt{2} = m/\sqrt{10}. \qquad \text{(XVII.24)}$$

Asosiy poligonometriya tarmog'ida burchak o'lchash aniqligini hisoblaymiz. Pligonometriya tarmog'idagi oxirgi nuqtaning ko'ndalang siljishini quydagicha ifodalash mumkin:

$$\frac{m''_\beta}{\rho''}[l]\sqrt{\frac{n+3}{12}} = 2m_{pu} = \frac{2m}{\sqrt{10}}, \qquad \text{(XVII.25)}$$

bu yerda $[l]$ – poligonometriya yo'li uzunligi, n – yo'ldagi tomonlar soni.

(XVII.25) ifodadan foydalanib, poligonometriya yo'lidagi burchak o'lchash xatoligini hisoblaymiz:

$$m''_{\beta} = 2m\rho''/\sqrt{10}\ [l]. \qquad \text{(XVII.26)}$$

Agarda m = 45 mm, $[l]$ = 2 km, $l_{o'r}$ = 250 m, n = 8 bo'lsa, $m_{\beta} = 3''$ bo'ladi.

Darhaqiqat, asosiy poligonometriya burchak o'lchash o'rta kvadratik xatoligi 3″ dan oshmasligi kerak.

Yer osti asosini oriyentirlash aniqligi. Shaxta orqali quriladigan to'g'ri chiziqli tunnel uchun ko'ndalang siljish $m/\sqrt{5}$ dan oshmasligi kerak, shuning uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$m/\sqrt{5} = (m''_0/\rho'') \cdot l_1,$$

bundan

$$m''_0 = \frac{m\rho''}{\sqrt{5}l_1} \qquad \text{(XVII.27)}$$

l_1 = 0,5 km va m = 45 mm bo'lsa, m_0 = 8,3″ bo'ladi.

Yer osti poligonometriyasi aniqligi. Poligonometriya yo'lining ko'ndalang siljishi quydagicha hisoblab aniqlanadi:

$$m_u = \frac{m''_{\beta}}{\rho''} l_1 \sqrt{\frac{n+1,5}{3}}. \qquad \text{(XVII.28)}$$

Bu siljish to'g'ri chiziqli tunnellar uchun $m/\sqrt{5}$ dan oshmasligi kerak, ya'ni:

$$m''_{\beta} = \frac{1,73m\rho''}{\sqrt{5l_1(n+1,5)}}. \qquad \text{(XVII.29)}$$

Agarda l = 100 m, l_1 = 500 m, n = 5, m = 45 mm bo'lsa, m_{β} = 5,6″ bo'ladi.

Egri chiziqli tunnellar uchun

$$m''_{\beta_e} = \frac{1{,}73m\rho''}{\sqrt{10l_1(n+1{,}5)}}. \qquad \text{(XVII.30)}$$

(XVII.30) ifodaga yuqoridagi qiymatlarni qo'ysak, $m_{\beta_e} = 4''$.

Balandlik asos aniqligi. Ikkita yonma-yon joylashgan A va B shaxtalar orasidagi balandlik bo'yicha tutashma aniqligiga quyidagi xatoliklar manbayi ta'sir qiladi:

1) A va B shaxtalar atrofida joylashgan ikkita reperni bog'lovchi nivelir yo'li o'tkazish;

2) A shaxta orqali yer osti ishlariga balandlik uzatish (m_{h_2});

3) B shaxta orqali yer osti ishlariga balandlik uzatish (m_{h_3});

4) A shaxtadan tutashma yo'naltirilgan yer osti nivelirlash yo'lini o'tkazish (m_{h_4});

5) B shaxtadan tutashmaga yo'naltirilgan yer osti nivelirlash yo'lini o'tkazish (m_{h_5});

Barcha xatoliklar manbayining tutashmaga ta'siri quydagicha ifodalanadi:

$$m_h = \sqrt{m_{h_1}^2 + m_{h_2}^2 + m_{h_3}^2 + m_{h_4}^2 + m_{h_5}^2}. \qquad \text{(XVII.31)}$$

Yer osti ishlariga otmetka uzatishning o'rta kvadratik xatoliklari (m_{h_2}) va (m_{h_3}) doimiy xatoliklar bo'lib, qiymati 5 mm dan oshmaydi. Nivelirlash yo'lini barpo qilish xatoligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$m_h = \xi\sqrt{L}, \qquad \text{(XVII.32)}$$

bu yerda ξ – tasodifiy xatolikning 1 km uzunlikdagi nivelir yo'liga bo'lgan ta'siri kattaligi.

L – nivelir yo'li uzunligi, km da.

Faraz qilamiz, tutashma joyi ikki shaxta o'rtasida va yer osti va yer ustki qismidagi nivelirlash aniqligi bir xil. U holda,

$$m_{h_1} = \xi\sqrt{l/2}\,; \quad m_{h_2} = \xi\sqrt{l/2}\,.$$

Olingan m_h qiymatini (XVII.31) ifodaga qo'yib, quyidagini yozamiz:

$$m_h^2 = 2\xi^2 l + 50\,, \qquad \text{(XVII.33)}$$

bu yerda m_h va ξ – millimetrda beriladi, l esa km da bo'lsa, ξ = 17 mm bo'ladi.

Darhaqiqat, 1 km uzunlikdagi tunnelning balandlik bo'yicha tutashmasini ta'minlash uchun yer osti va yer ustida IV sinf nivelirlash tarmog'ini barpo etish kifoya. Ammo yer osti ishlari deformatsiyasini kuzatish uchun balandlik asosi sifatida III sinf nivelirlash tarmog'i barpo etiladi.

Nazorat savollari

1. Tunnellar nima maqsadda barpo etiladi?
2. Tunnellar qanday usullarda quriladi?
3. Tunnel ko'ndalang kesimining shakli va o'lchamlari nimaga nisbatan aniqlanadi?
4. Tunnel trassasini loyihalash usullarini ayting.
5. Tunnelning planli geodezik asosi qanday usullada barpo etiladi?
6. Tunnelning balandlik geodezik asosi qanday usullarda barpo etiladi?
7. Tunnellar tutashmasi nima?
8. Yer osti o'qlaridagi tutashmaslikni tashkil etuvchi xatoliklar nimalardan iborat?
9. Tunnel ishchi o'qlarining tutashmasi aniqligiga qanday xatoliklar ta'sir etadi?
10. Egri chiziqli tunnel aniqligi qanday hisoblanadi?

11. To'g'ri chiziqli tunnellar aniqligi qanday hisoblanadi?
12. Tunnel triangulatsiyasining aniqligi qanday hisoblanadi?
13. Asosiy poligonometriya aniqligi qanday hisoblanadi?
14. Yer osti pologonometriya aniqligi qanday hisoblanadi?
15. Balandlik asos aniqligiga ta'sir qiluvchi xatolik manbaalari nimalardan iborat?
16. Nivelirlash yo'lini barpo qilish xatoligi qanday ifodalanadi?

Tayanch so'zlar: *quvuro'tkazgich, ijroiy plan, dyuker, elektr uzatkich tarmog'i, sim, izolator, ankerli tayanch.*

XVIII BOB. TUNNEL LOYHASINI ANALITIK HISOBLASH

78-§. Tunnel trassasining plandagi va profildagi asosiy elementlari

Tunnel trassasi planda to'g'ri uchastkalar va aylanma qayrilmalardan iborat. Trassaning to'g'ri qismidan egri qismiga bir tekislikda o'tishi uchun o'zgaruvchan radiusli o'tish qayrilmasi loyihalanadi. Trassa profilda gorizontal va nishabli to'g'ri kesmalardan iborat.

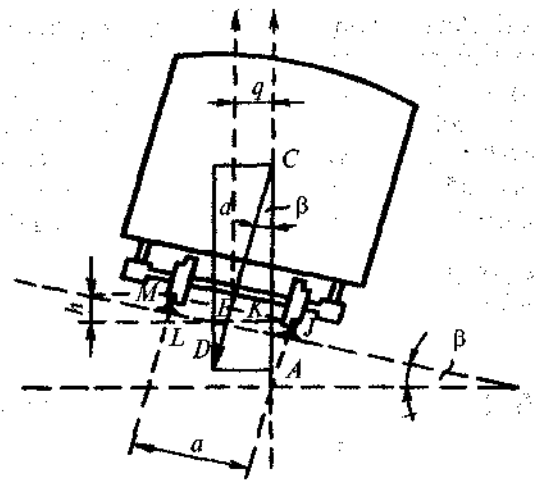
Ma'lumki, o'tish qayrilmasi loyihalanishi natijasida aylanma p kattalikda egrilik markaziga siljiydi va siljigan aylanma qayrilmaning radiusi $R - p$ ga teng bo'ladi. Bundan tashqari, qayrilish joyidagi tashqi relsning h qiymatga ko'tarilishi hisobiga vagon markazi qayrilma markazi tomonga q qiymatga siljiydi (110-rasm).

Demak, tunnel o'qi yo'l o'qiga nisbatan θ kattalikda qayrilma markaziga siljiydi.

O'xshash CEK va JLM uchburchalardan foydalanib, $LM/EK = JM/CE$ ni yozish mumkin.

Qabul qilingan belgilarga asosan quyidagini topamiz:

$$\frac{h}{q} = \frac{a}{d}; \quad q = h\frac{d}{a}, \qquad \text{(XVIII.1)}$$



110-rasm.

bu yerda: d – relsdan vagon markazigacha bo'lgan masofa;

a – rels o'qlari orasidagi masofa.

Shunday qilib, tunnellarning qayrilish joylaridagi rejalash ishlarida uchta o'q bilan ishlashga to'g'ri keladi: 1) loyhalangan R radiusli rejalash o'qi; 2) $R - p$ radiusli yo'l o'qi; 3) $R - (p + q)$ radiusli tunnel o'qi.

Metropoliten tunnellari ko'pincha bir tomonlama yo'nalishda quriladi. Poyezdlarning to'g'ri va teskari yo'nalishdagi harakati uchun ikkita parallel tunnel quriladi. Agarda tunnellar orasidagi trassa o'qi piketaj ortishi yo'nalishida harakatlansa, u holda o'ng tomonda joylashgan tunnellar o'ng, chapdagisi esa chap tunnel deb nomlanadi.

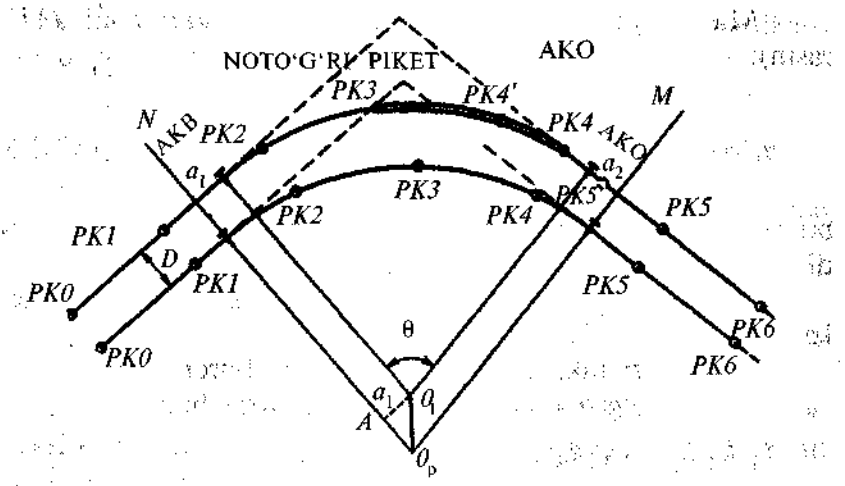
Trassaning egri qismida aylanma qayrilma uzunligi va radiusi bir xilda loyihalanadi. Bu holatda, 111-rasmda ko'rsatilgani kabi, O_nN va O_nM radiuslar orasida ichki (o'ng) yo'lda, tashqi (chap) yo'lga nisbatan kam sondagi piketlar joylashadi, natijada egridan keyingi yo'lning to'g'ri qismidagi o'ng va chap yo'lda joylashgan bir xil piketlar yo'l o'qiga nisbatan bitta perpendikularda bo'lmaydi. Bu holat metro qurish va undan foydalanishda katta qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Bu noqulaylikni bartaraf etish uchun uzunligi

100 m dan katta yoki kichik bo'lgan noto'g'ri piketlarni hosil qilishga to'g'ri keladi.

O'ng va chap tunnellardagi aylanma qayrilma uzunliklari bir xil bo'lganligi uchun noto'g'ri piket uzunligining qiymati quyidagicha hisoblanishi mumkin: $a = a_1 + a_2$, bu yerda $a_1 = a_2$. Yo'l o'qlari orasidagi masofani D bilan belgilaymiz AO_nO_t uchburchakdan $a_1 = D\,\mathrm{tg}\theta/2$ ni yozish mumkin. Shunga asosan,

$$a = a_1 + a_2 = 2D\mathrm{tg}\theta/2. \qquad \text{(XVIII.2)}$$

Loyihalangan tunnel trassasining planli holatini aniqlovchi bu ma'lumotlar 1:1000 masshtabdagi loyihaviy chizmada ko'rsatiladi. Trassaning profildagi holatini aniqlovchi ma'lumotlar esa 1:2000 masshtabli yotqizish sxemasi deb nomlanuvchi loyihaviy chizmada ko'rsatiladi.



111-rasm.

79-§. Trassa piketlarining koordinatalarini hisoblash

Tunnel loyig'asini joyga ko'chirish uchun trassaning barcha piketlari va qayrilma nuqtalarining koordinatalarini bilish kerak bo'ladi.

Trassaning to'g'ri qismida piketlar orasidagi koordinata orttirmalari quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\Delta x_i = d\cos\alpha_i ; \quad \Delta y_i = d\sin\alpha_i , \qquad \text{(XVIII.3)}$$

bu yerda: d – piketlar orasidagi loyihaviy masofa, odatda, d = 1000 m bo'ladi;

α_i – trassa to'g'ri qismining direksion burchagi:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + \theta_{o'ng} = \alpha_i - \theta_{chap} . \qquad \text{(XVIII.4)}$$

bu yerda: $\theta_{o'ng}$ va θ_{chap} – trassaning o'ngga yoki chapga burilish burchagi.

Aylanma qayrilmada joylashgan piketlar koordinatalari markaziy burchaklar va radiuslar uzunliklari orqali hisoblanadi.

Markaziy burchaklar quyidagicha hisoblanadi (112-rasm):

$$\gamma_1 = \frac{k_1}{R}\rho ; \quad \gamma_p = \frac{k_p}{R}\rho ; \quad \gamma_{np} = \frac{k_{np}}{R}\rho ; \quad \gamma_2 = \frac{k_2}{R}\rho , \qquad \text{(XVIII.5)}$$

bu yerda γ_1 – O nuqtadagi birinchi piketdan o'tkazilgan radiuslar orasidagi markaziy burchak;

γ_2 – oxirgi piketdan o'tkazilgan radiuslar orasidagi markaziy burchak.

γ_p – to'g'ri piketga tegishli markaziy burchak;

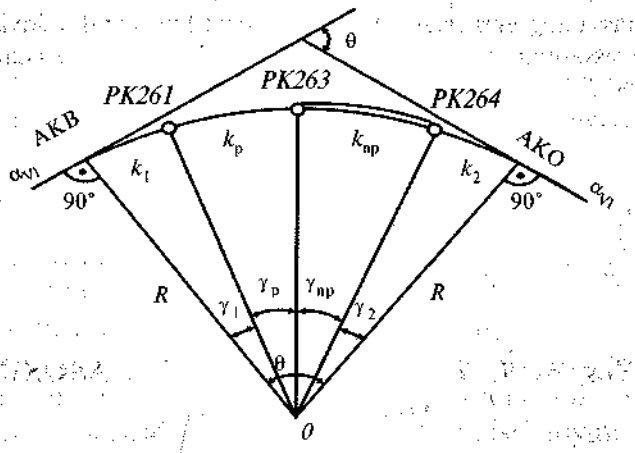
γ_{np} – noto'g'ri piketga tegishli markaziy burchak;

k_1, k_2, k_p va k_{np} – yoy uzunliklari.

Qayrilmadagi piketlar koordinatalarini hisoblash sxemasi. Hisoblangan markaziy burchak qiymatlarini quyidagicha tekshiramiz:

$$\gamma_1 + n\gamma_p + \gamma_{np} + \gamma_2 = 0 ,$$

bu yerda p – to'g'ri piketlar soni; θ – trassaning burilish burchagi.



112-rasm.

Xuddi shunday tenglikni aylanma qayrilma uzunliklari ham qanoatlantirishi kerak, ya'ni

$$k_1 + nk_p + k_{np} + k_2 = k\,,$$

bu yerda k – barcha aylanma qayrilma uzunligi.

Egri chiziq markazining koordinatalari quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} x_0 &= x_{AKB} + R\cos\left(\alpha_{T_1} + 90^\circ\right) \\ y_0 &= y_{AKB} + R\sin\left(\alpha_{T_1} + 90^\circ\right) \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XVIII.6)}$$

bu yerda α_{T_1} – birinchi tangens direksion burchagi. Ushbu direksion burchak va qabul qilingan qayrilma radiusiga asosan koordinata orttirmalari topiladi:

$$\left.\begin{aligned} \Delta X_i &= R\cos\left(\alpha_{T_1} + 270^\circ + \gamma_i\right), \\ \Delta Y_i &= R\sin\left(\alpha_{T_1} + 270^\circ + \gamma_i\right). \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XVIII.7)}$$

Nazorat savollari

1. O'tish qayrilmasi nima?
2. Metropoliten tunnellari qanday tartibda quriladi?

3. Trassaning egri qismida aylanma qayrilma qanday loyihalanadi?
4. Trassaning piketlari orasidagi koordinata ortirmalari qanday hisoblanadi?
5. Aylanma qayrilma markaziy burchaklari qanday hisoblanadi?
6. Egri chiziq markazining koordinatalari qanday hisoblanadi?

Tayanch so'zlar: *aerodrom, havodan kelish polosasi, radio-navigatsiya, shamolning ustunlik qiluvchi yo'nalishi, uchish-qo'nish polosasi, tik tekislash loyihasi, yer ishlari hajmi.*

XIX BOB. YER OSTI GEODEZIK ASOSINI ORIENTIRLASH

80-§. Yer osti asosini oriyentirlash usullari

Geodezik asosni oriyentirlashda yerning ustki qismidan yer osti ishlariga tomonlar direksion burchagi hamda boshlang'ich punkt koordinatalari va balandligi uzatiladi.

7-jadvalda oriyentirlashning asosiy usullari keltirilgan.

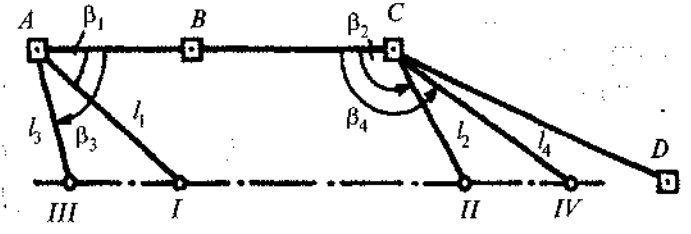
7-jadval

№	Oriyentirlash usulining nomi	Bir marta oriyentirlash o'r.kv. xatoligi
1	2	3
1	Magnit usluli	1′
2	Ikki shovun stvori usuli	30″
3	Ikki shovun stvorining takomillashtirilgan usuli	12–15″
4	Optikaviy pona usuli	12″
5	Birlashgan uchburchak usuli	10–12″
6	Ikki shaxta usuli	8–10″
7	Yorug'lik nurining qutblanishi: – ko'z bilan chamalab qayd qilish;	1′

1	2	3
	– elektron qayd qilish	5″
8	Avtokollimatsiya usuli	6–8″
9	Gidroskopik oriyentirlash	5–10″

Magnit usulida oriyentirlashda oynali bussol o'rnatilgan teodolitdan foydalaniladi. Yerning ustki qismida barpo etilgan poligonometriya tomonidan magnit milining og'ishi aniqlanadi, keyin asbob shaxtaga tushiriladi va u yerda aniqlangan magnitning og'ishini hisobga olgan holda yer osti poligonometriyasi tomonining direksion burchagi aniqlanadi. Geomagnit maydoni ta'siridan ozod bo'lgan kuzatish joyini tanlash qiyinligi, bu usulning muhim kamchiligi hisoblanadi va shu sababli bu usulning aniqligi uncha yuqori emas.

Ikki shovun stvori usulida oriyentirlashda, yaqinlashuvchi poligonometriyaning *A*, *B*, *C*, *D* (113-rasm) punktlaridan rejalash elementlari β_1, l_1 va β_2, l_1 yordamida joyga ko'chirilgan I–II o'q boshlang'ich tomon sifatida qabul qilinadi.



113-rasm. Poligonometriya punktidan yaqinlashuvchi yo'lak o'qini rejalash.

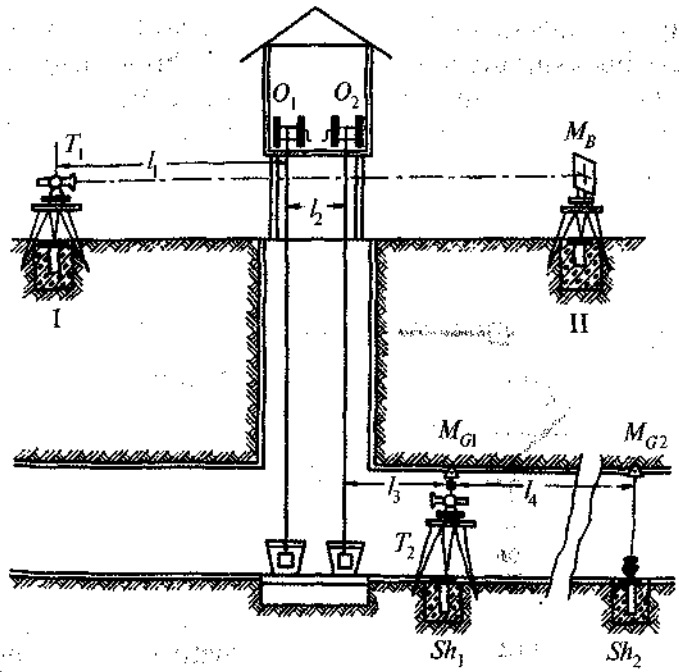
I nuqtaga (114-rasm) teodolit o'rnatiladi va II nuqtada o'rnatilgan M_B markazga vizirlanadi. Teodolit yordamida hosil qilingan vizir chizig'iga qat'iy amal qilgan holda O_1 va O_2 shovunlar osiladi.

Yer ostida joylashgan Sh_1 nuqtaga T_2 teodolit shunday o'rnatilishi kerakki, bunda uning vizirlash o'qi O_1 va O_2

shovunlar stvoriga to'g'ri kelsin. Shu holatda teodolitning vertikal o'qi proyeksiyasi yo'lakning yuqorigi qismida M_{G1} nuqtada belgilanadi, qarash trubasi zenit orqali aylantirilib, teodolitning qarash o'qi holati M_{G2} nuqtada belgilanadi.

Geometrik sxemadan ko'rinib turibdiki, yer ostidagi $M_{G1}-M_{G2}$ chiziqning direksion burchagi, yerning ustki qismida joylashgan I–II tomon direksion burchagi aniqligiga teng bo'ladi.

$M_{G1}-M_{G2}$ chiziqni joyda belgilash T_2 teodolitning ikkala doira holatida amalga oshiriladi. Sh_1 va Sh_2 punktlar koordinatalarini aniqlash uchun o'lchangan l_3 va l_4 masofalardan foydalaniladi.



114-rasm.

Bu usul geometrik jihatdan sodda hisoblanadi va oriyentirlash natijalarini matematik qayta ishlashni talab etmaydi, lekin oriyentirlash aniqligi nisbatan kichik bo'lib, 30″ atro-

fidagi o'rta kvadratik xatolikni tashkil etadi. Oriyentirlash aniqligini oshirishga imkon bermaydigan asosiy xatolik manbayi, bu shovunlarning tebranishi hisoblanadi. Buning ta'sirida T_2 teodolitning vizir o'qini stvorga aniq keltirish qiyinchiligi tug'iladi.

Ikki shovun stvori usuli asosan qazish ishlarining boshlang'ich bosqichida qo'llaniladi.

Takomillashtirilgan ikki shovun stvori usulining mohiyati quyidagicha. Shaxtada shovun tebranishini kuzatish uchun shovun yoniga maxsus shkala o'rnatiladi va o'rtacha sanoq hisoblanadi. Teodolit shunday holatda o'rnatiladiki, uning vizirlash o'qi shu o'rtacha sanoqqa tegishli nuqta bilan kesishsin. Bu usulni shaxtadagi shovunga havo harorati sezilarli darajada ta'sir qilgan hollarda qo'llash maqsadga muvofiq.

Yorug'lik oqimining qutblanishi usulida maxsus qurilma qo'llanilishi talab etiladi. Shaxtada yorug'lik to'lqinining qutblanish tekisligini qayd qiluvchi qurilma (qutiblovchi), yer yuzasiga esa xuddi shu holatni qayd etuvchi ikkinchi qurilma o'rnatiladi. Yuqoridagi qutblovchini tik o'q atrofida aylantirish yo'li bilan pastda joylashgan qutblovchining eng kichik yoritilishga erishiladi. Bunday holatda yuqoridagi va pastdagi qutblovchilar yorug'lik to'lqinlarining tebranish yo'nalishlari o'zaro perpendikular hisoblanadi. Geodezik asos punkti orqali yer yuzasidagi qutblanish tekisligi yo'nalishining direksion burchagi aniqlanadi va undan foydalanib, shaxtadagi qutblanish tekisligi yo'nalishining direksion burchagi topiladi.

Avtokollimatsiya usulida shaxtaga yo'nalish uzatish yer yuzasiga va shaxtaga o'rnatilgan ikkita teodolit hamda shaxta bo'ylab joylashtirilgan oynali qaytargichlar yordamida amalga oshiriladi.

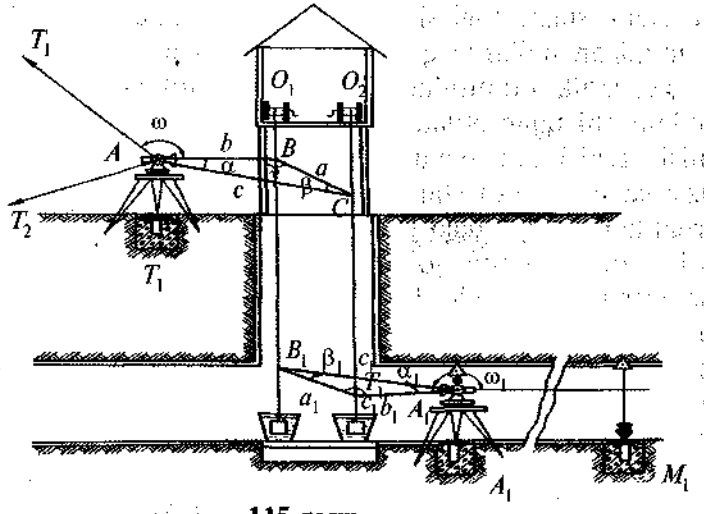
Agarda oriyentirlash vaqtida shaxtaga shovun tushirilsa, u holda direksion burchak uzatish bilan birga yer osti poligonometriya tarmog'ining boshlang'ich punktlari koordinatalarini ham aniqlash mumkin. Qachonki shovun ishlatish talab etilmaydigan, masalan, giroskopik yoki avtokollimatsiya usullardan foydalanilsa, koordinata uzatish uchun bitta sho-

vun tushiriladi. Shovunning yuqorgi nuqtasi koordinatalari poligonometriya punktidan aniqlanadi va shu qiymatlar shovunning pastki nuqtasi koordinatalari sifatida qabul qilinadi. Yer ostida barpo etilgan poligonometriya tarmog'i shu nuqtaga geodezik bog'lanadi.

Keyingi vaqtlarda shovun o'rniga *PZL* optik zenit asboblari yoki tik loyihalovchi lazer asboblaridan foydalanilmoqda.

81-§. Oriyentirlashning birlashtiruvchi uchburchaklar usuli

Oriyentirlashning geometrik sxemasi. Shaxtaga ikkita O_1 va O_2 shovunlar tushiriladi (115-rasm).



115-rasm.

Shaxta atrofida mahkamlangan A nuqtadan shovun va tutash burchak yo'nalishlari orasidagi α burchak o'lchanadi. Bundan tashqari shovunlar orasidagi a masofa va teodolitdan har qaysi shovungacha bo'lgan b va c masofalar o'lchanadi. Shu tarzda uchta tomon va bitta burchagi o'lchangan ABC uchburchak hosil qilinadi. Bu gorizontal uchburchak birlashtiruvchi uchburchak deyiladi. O'lchash natijalariga asosan uchburchakning qolgan β va γ burchaklarini hisoblash

mumkin. AT_1 yo'nalishining direksion burchagi hamda ω tutash burchagi qiymatini bilgan holda va birlashtiruvchi uchburchak burchaklaridan foydalanib, shovunlarni kesib o'tuvchi tekislikni, ya'ni BC chiziqning direksion burchagini topish mumkin.

Shaxtaning yer osti qismida A_1 nuqta mahkamlanadi. Bu nuqtada α_1 va ω_1 burchaklar hamda yer osti birlashtiruvchi uchburchak tomonlari a_1, b_1, c_1 o'lchanadi. Shaxtaning pastki qismida shovunlarni kesib o'tuvchi tekislikning direksion burchagini boshlang'ich deb qabul qilingan holda, yer osti birlashtiruvchi uchburchak burchaklari va tutash burchagi yordamida yer osti poligonometriya tarmog'ining A_1M_1 tomon direksion burchagi hisoblanadi.

Yerning ustki qismida joylashgan A nuqta yaqinlashuvchi poligonometriya yo'li bilan tutashtiriladi va uning koordinatalari aniqlanadi. Yer usti va yer ostida hosil qilingan birlashtiruvchi uchburchaklar tomonlari hamda bu tomonlar direksion burchaklaridan foydalanib, A_1 nuqta koordinatalari hisoblanadi.

Bunda yuqoridagi birlashtiruvchi uchburchak tomonlari orqali hisoblangan shovunlar koordinatalari yer osti ishlarida boshlang'ich deb qabul qilinadi.

Birlashtiruvchi uchburchaklarning maqbul shakli. Oriyentirlash aniqligi, asosan, uchburchak shakliga bog'liq bo'ladi. Birlashtiruvchi uchburchak burchagi β quyidagicha aniqlanadi.

$$\sin\beta = \sin\alpha \cdot b/a. \qquad \text{(XIX.1)}$$

(XIX.1) ifodani o'lchangan α, a, b qiymatlar bo'yicha differensiallab,

$$d\beta = \frac{\sin\alpha}{a\cdot\cos\beta}\rho'' db - \frac{b\sin\alpha}{a^2\cos\beta}\rho'' da + \frac{b\cos\alpha}{a\cos\beta}d\alpha,$$

$\sin\alpha = \sin\beta \cdot a/b$ ekanligini hisobga olsak,

$$d\beta = \mathrm{tg}\beta\rho\frac{db}{b} - \mathrm{tg}\beta\rho\frac{da}{a} + \frac{b\cos\alpha}{a\cos\beta}d\alpha \qquad \text{(XIX.2)}$$

yoki o‘rta kvadratik xatolikda

$$m_\beta{}^2 = \mathrm{tg}^2\beta\rho^2\left(\frac{mb}{b}\right)^2 + \mathrm{tg}^2\beta\rho^2\left(\frac{ma}{a}\right)^2 + \left(\frac{b}{a}\right)^2\frac{\cos^2\alpha}{\cos^2\beta}m^2\alpha\,. \qquad \text{(XIX.3)}$$

Birlashtiruvchi uchburchak tomonlari uzunligi 20 m dan oshmaydi va o‘lchash asbobini bir marta qo‘yish bilan o‘lchanishi mumkin. Shuning uchun $m_a = m_b = m_e$ deb qabul qilish mumkin va

$$m_\beta{}^2 = \mathrm{tg}^2\beta\left(\frac{1}{b^2} + \frac{1}{a^2}\right)\rho^2 m_l^2 + \frac{b^2\cos^2\alpha}{a^2\cos^2\beta}m_\alpha^2. \qquad \text{(XIX.4)}$$

(XIX) ifodaning o‘ng tomon birinchi qismi birlashtiruvchi uchburchak tomonini o‘lchash xatoligining β burchak aniqligiga bo‘lgan ta’sirini ifodalaydi. Bu kattalikni $m_{\beta l}$ bilan belgilaymiz, u holda:

$$m_{\beta l}^2 = \mathrm{tg}^2\beta\left(\frac{1}{b^2} + \frac{1}{a^2}\right)\rho^2 m_l{}^2$$

yoki

$$m_{\beta l} = \mathrm{tg}\beta\sqrt{\frac{a^2+b^2}{a^2b^2}}\rho m_l. \qquad \text{(XIX.5)}$$

Yuqoridagi ifodadan ko‘rinib turibdiki, β burchak qiymati qancha kichik bo‘lsa, birlashtiruvchi uchburchak tomonini o‘lchash xatoligining β burchakni hisoblash aniqligiga ta’siri shuncha kichik bo‘ladi. Kichik burchaklar uchun burchaklar sinuslari nisbatini burchaklar tangenslari nisbati bilan almashtirish mumkin. Shuning uchun $a/b = \mathrm{tg}\alpha/\mathrm{tg}\beta$ deb qabul qilish mumkin, bundan:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{b}{a} \cdot \operatorname{tg}\alpha .$$

tgβ qiymatini (XIX) ifodaga qo'ysak,

$$m_{\beta_l} = \frac{b}{a}\operatorname{tg}\alpha\sqrt{\frac{a^2+b^2}{a^2b^2}}\rho'' m_l \qquad \text{(XIX.6)}$$

yoki

$$m_{\beta_l} = \operatorname{tg}\alpha\sqrt{\frac{a^2+b^2}{a^4}}\rho'' m_l \qquad \text{(XIX.7)}$$

(XIX.7) ifodaning o'ng tomon ikkinchi qismi α burchakni o'lchash xatoligining β burchakni topish aniqligiga bo'lgan ta'sirini ifodalaydi. Bu qiymatni $m_{\alpha\beta}$ bilan belgilasak:

$$m_{\beta_l} = m_\alpha \cdot b/a \qquad \text{(XIX.8)}$$

bo'ladi.

(XIX.7) va (XIX.8) ifodalar tahlili shuni ko'rsatadiki, α burchak qiymati imkon boricha kichik bo'lishi va shovunlar orasidagii masofa imkon boricha katta bo'lishi maqsadga muvofiq bo'ladi. Bu masofa shaxta uchun $a = 4 \div 5{,}5$ m ni tashkil etishi kerak. Bundan tashqari b/a nisbat imkon boricha kichik bo'lishi kerak. Darhaqiqat, A va A_1 nuqtalar mumkin qadar shaxtaga yaqin joylashgani qulayroq bo'ladi. α va α_1 burchak qiymatlari 2–3° dan oshmasligi, b/a va b_1/a_1 nisbatlar 1,5 dan katta bo'lmasligi kerak.

Oriyentirlash jarayoni. Oriyentirlash vaqtida shaxtada yer osti ishlari to'xtatib turiladi. Shuning uchun barcha o'lchash ishlari ishonchli nazoratdan o'tkazilishi talab etiladi.

Shovunlar shaxtaga osilgandan keyin, bir vaqtda uning yuqorgi va pastki qismida shovunlar orasidagi masofa o'lchanadi. O'lchashlar po'lat ruletka yordamida bajariladi, ularning farqi 2 mm dan oshmasligi kerak.

Oriyentirlash aniqligini oshirish maqsadida har bir priyom shovunlarning uch xil holatida bajariladi. Shovunlarning osish nuqtasini siljitish uchun maxsus plastinkalar qo'llaniladi.

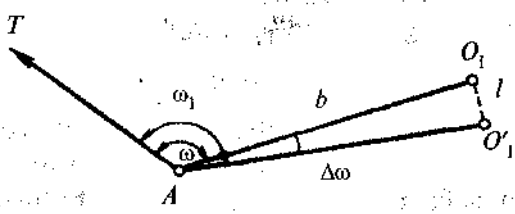
Agarda osish nuqtasi 15 mm ga siljitilsa, u holda shovunning pastki qismi ham shu kattalikka siljishi kerak.

Agarda triangulatsiya punkti T va shovun O_1 yo'nalishlari orasidagi burchak ω bo'lsa (116-rasm), O_1 shovun l kattalikka siljigandan keyin, bu burchak qiymati ω_1 bo'ladi. O'lchangan burchaklar farqi $\Delta\omega_{o'lch.} = \omega_1 - \omega$ quyidagicha tekshirilishi mumkin:

$$\Delta\omega''_T = l/b \cdot \rho'', \qquad \text{(XIX.9)}$$

bu yerda l – shovunning siljish kattaligi;

b – teodolitdan shovungacha bo'lgan masofa.



116-rasm.

Plastinkalar shovunlarning siljish qiymatini 0,1 mm atrofidagi o'rta kvadratik xatolik bilan aniqlashga imkon beradi. Asbobdan shovungacha bo'lgan masofa 5 m gacha bo'lganda, xatolik quyidagi qiymatga teng bo'ladi:

$$\Delta\omega'' = 0{,}1/5000 \cdot \rho'' = 4''.$$

ω va ω_1 tutash burchaklardan tashqari, birlashtiruvchi uchburchaklarning o'lchangan burchaklari α va α_1 qiymatlarini ham tekshirib ko'rish mumkin. Nazorat ifodalari quyidagi ko'rinishdan iborat:

$$\left.\begin{aligned}\Delta\alpha'' &= l/c\cdot\rho'' - l/b\cdot\rho'',\\ \Delta\alpha_1'' &= l/c_1\cdot\rho'' - l/b_1\cdot\rho'',\end{aligned}\right\} \qquad \text{(XIX.10)}$$

bu yerda $\Delta\alpha$ va $\Delta\alpha_1$ – o'lchangan α va α_1 burchaklarning shovunlarning l kattalikka siljigandan keyingi holatidagi hisoblangan qiymatlari.

Hisoblangan $\Delta\alpha$ va $\Delta\alpha_1$ o'lchashdagi olingan qiymat bilan taqoslab ko'riladi. Ko'rsatma [3] ga binoan, ular orasidagi farq teodolitdan shovungacha bo'lgan oraliq 6 m gacha bo'lganda 12″ dan va masofa 6 m dan katta bo'lganda 8″ dan oshmasligi talab etiladi.

c tomon uzunligi a va b tomonlarning proyeksiyalari yig'indisi sifatida topiladi:

$$c = a' + b' = a + b - \left(\frac{h^2}{2a} + \frac{h^2}{2b}\right). \qquad \text{(XIX.11)}$$

Hisoblangan c tomon qiymatini o'lchangan qiymat bilan taqoslash yo'li bilan o'lchash aniqligini nazorat qilish mumkin.

Burchaklar optik teodolitlar yordamida o'lchanadi. Triangulatsiya punktiga bo'lgan yo'nalish boshlang'ich yo'nalish sifatida qabul qilinadi, yer ostida esa yaxshi ko'rinishga ega bo'lgan poligonometriya punktini qabul qilish mumkin.

Masofa o'lchash xatoligining yer ostida barpo etilgan birlashtiruvchi uchburchakning β burchagini topish aniqligiga ta'siri quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$m_{\beta l_1} = \operatorname{tg}\alpha_1\rho'' m_{l_1}\sqrt{\frac{a_1^2 + b_1^2}{a_1^4}}.$$

Yer osti va ustidagi uchburchak tomonlarining o'lchash aniqligini teng desak,

$$(m_0)_l^2 = \left(\mathrm{tg}^2\alpha\rho^2 \frac{a^2+b^2}{a^4} + \mathrm{tg}^2\alpha_1\rho^2 \frac{a_1^2+b_1^2}{a_1^4} \right) m_l^2. \quad \text{(XIX.12)}$$

Birlashtiruvchi uchburchaklar shakli bir xil bo'lganda

$$(m_0)_l = \frac{\mathrm{tg}\alpha \cdot m_l}{a^2} \rho \sqrt{2\left(a^2+b^2\right)}. \quad \text{(XIX.13)}$$

Agarda $\alpha = 3^0$, $m_l = 0{,}8$ mm, $a = 4{,}5m$ va $b/a = 1{,}5$ bo'lsa, $(m_0)_l = 4{,}9''$ bo'ladi.

ω, α, α_1, ω_1 burchaklarni o'lchash xatoligi ta'siridagi oriyentirlash xatoligi quyidagicha ifodalanadi:

$$(m_0)_\beta^2 = m_{\alpha\omega}^2 \left[1 + \frac{b}{a} + \left(\frac{b}{a}\right)^2 \right] + m_{\alpha_1\omega_1}^2 \left[1 + \frac{b_1}{a_1} + \left(\frac{b_1}{a_1}\right)^2 \right], \quad \text{(XIX.14)}$$

bu yerda: $m_{\alpha\omega}$ – yerning ustki qismidagi burchak o'lchash xatoligi;

$m_{\alpha_1\omega_1}$ – yer osti ishlaridagi burchak o'lchash xatoligi.

Agarda $m_{\alpha\omega} = 4''$; $m_{\alpha_1\omega_1} = 5''$; $b/a = 1{,}5$ bo'lsa, $(m_0)_\beta = 14{,}0''$ bo'ladi.

82-§. Yer osti geodezik asosini giroteodolit yordamida oriyentirlash

Giroteodolit yordamida oriyentirlash qulay usullardan biri hisoblanadi. Bu usul ixtiyoriy vaqtda, ixtiyoriy chuqurlikdagi yer osti ishlariga direksion burchak yoki azimut uzatishga imkon beradi. Yuqori aniqlikdagi giroteodolit va giroskopik oriyentirlashning maxsus dasturi qo'llanilganda yer osti poligonometriya tomoni yo'nalishning direksion burchagini 5–10″ atrofidagi o'rta kvadratik xatolikda aniqlash mumkin.

Oriyentirlash jarayonini boshlashdan oldin direksion burchagi ma'lum bo'lgan triangulatsiya yoki poligonometriya tomonidan foydalanib, giroteodolitning doimiy tuzatmasi aniqlanadi.

Giroteodolitning doimiy tuzatmasi Δ quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$\Delta = \alpha_{bosh.} - \alpha_{gir.\ bosh} + \gamma_{bosh.} - \delta_4, \quad \text{(XIX.15)}$$

bu yerda:

$\alpha_{bosh.}$ – boshlang'ich tomonning direksion burchagi;

$\alpha_{gir.\ bosh}$ – giroteodolit yordamida aniqlangan boshlang'ich tomon direksion burchagi;

$\gamma_{bosh.}$ – boshlang'ich tomon uchun meridianlar yaqinlashishi;

δ_4 – boshlang'ich tomondagi shovun chizg'ining oq'ishiga tuzatma.

Meridianlar yaqinlashishini quydagicha hisoblash mumkin:

$$\gamma = \lambda \sin\varphi, \quad \text{(XIX.16)}$$

bu yerda: λ – asbob o'rnatilgan nuqta va o'q meridian orasidagi geografik uzoqliklar farqi;

φ – asbob o'rnatilgan nuqta kengligi.

Shovun chizig'ining og'ishiga tuzatma quydagicha ifodalanadi:

$$\delta = (\zeta \cos\alpha - \xi \sin\alpha)/\mathrm{tg}Z, \quad \text{(XIX.17)}$$

bu yerda ξ, ς – meridian tekisligi va birinchi vertikaldagi shovun og'ishini tashkil etuvchilar;

Z – kuzatilayotgan yo'nalishning zenit masofasi.

Giroteodolit doimiysini hisoblashda boshlang'ich sifatida qabul qilinadigan tomon uzunligi 100 m dan, direksion burchak aniqlanadigan tomon 30 m dan katta bo'lishi kerak.

Ko'rsatma [4] ga binoan giroteodolit bilan ishlashning bitta priyomi quyidagi tartibda bajariladi:

a) direksion burchakni aniqlash uchun giroteodolitni $D_{o'}$ va D_{ch} holatida chiziqning chekka nuqtalariga vizirlash va uning limbidan sanoq olish;

b) asbobning nol-punktini aniqlash;

d) majburiy tebranishlarni kuzatish;

e) asbobning nol-punktini qayta aniqlash;

f) direksion burchakni qayta aniqlash uchun giroteodolitni $D_{o'}$ va D_{ch} holatida chiziqning chekka nuqtalariga vizirlash va limbdan sanoq olish.

Ikki marta sanoq olish orqali aniqlangan direksion burchaklar farqi 8^0 dan katta bo'lmasligi kerak. Oriyentirlash jarayonida giroteodolitning barqaror holatini ta'minlash uchun barcha zaruriy choralar ko'riladi.

Giroteodolit yordamida aniqlanadigan yo'nalishning direksion burchagi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\alpha = \alpha_{gir} + \Delta - \gamma + \delta_u, \qquad \text{(XIX.18)}$$

bu yerda α_{gir} – yo'nalishning giroskopik azimuti;

Δ – giroteodolit doimiysi;

γ – meridianlar yaqinlashishi;

δ_u – shovun chizig'ining og'ish tuzatmasi.

Giroskopik azimut quyidagicha aniqlanadi

$$\alpha_{gir} = M - N_0, \qquad \text{(XIX.19)}$$

bu yerda: M – giroteodolit limbidan olingan sanoq;

N_0 – sanoq quyidagicha aniqlanadi:

$$N_0 = N_{o'r} + \delta_N, \qquad \text{(XIX.20)}$$

bu yerda: $N_{o'r.}$ – sezuvchi elementning dinamik tengligining o'rtacha holatida limbdan olingan sanoq;

δ_N – torsionning nol punkti tuzatmasi;

$\delta_N = CP_0$ bo'lib, c – koeffitsiyent giroteodolit pasportida beriladi;

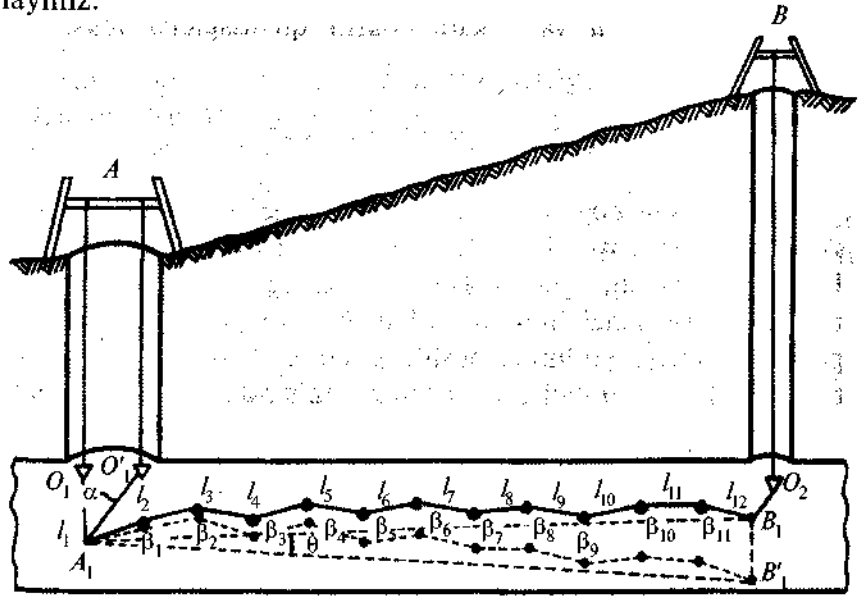
R_0 – avtokollimator shkalasidan olinadigan sanoq.

83-§. Ikki shaxta usulida oriyentirlash

Ikki shaxta usuli asosan tunnelning qo'shni shaxtalaridan bittasi tor qilib qazilgan bo'lib, oriyentirlash uchun faqat bitta shovun tushirish imkoni bo'lgan vaqtlarda qo'llaniladi. Bunday hollarda oriyentirlash natijasida boshlang'ich A_1O_1 tomon direksion burchagi α (117-rasm) va A_1 punkt koordinatalari aniqlangan A shaxtadan shovun yordamida B_1 punkt koordinatalari uzatilgan B skvajinagacha yer osti poligonometriya yo'li o'tkazish masalasi vujudga keladi.

Bir tomonlama qazib borishda A shaxtadagi A_1O_1 tomondan yer osti poligonometriya yo'li o'tkazib boriladi. Bu yo'ldagi l tomonlar va β burchaklar o'lchab boriladi va koordinatalari ma'lum bo'lgan B_1 punktga bog'lanadi.

Shaxta orqali tushirilgan shovunning koordinatalarini Y_{sh} va X_{sh} bilan, shu shovunning poligonometriya yo'li orqali topilgan koordinatalarini esa Y_p va X_p bilan belgilaymiz.



117-rasm.

U holda koordinata o'qlari bo'yicha bog'lanmaslik quyidagicha bo'ladi:

$$f_y = Y_{sh} - Y_P,$$
$$f_x = X_{sh} - X_P.$$

Bu bog'lanmasliklar orqali bo'ylama t va ko'ndalang u bog'lanmasliklarni hisoblash mumkin:

$$\left.\begin{aligned} t &= \frac{f_y[\Delta y] - f_x[\Delta x]}{L}, \\ u &= \frac{f_y[\Delta x] - f_x[\Delta y]}{L}, \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XIX.21)}$$

bu yerda L – poligonometriya yo'li uzunligi;

$[\Delta x]$ va $[\Delta y]$ – abssissa va ordinata orttirmalari yig'indisi.

Hisoblangan u va t kattaliklarni quyidagicha tekshirish mumkin:

$$f_y^2 + f_x^2 = f_l^2 = u^2 + t^2.$$

Ko'ndalang bog'lanmaslik u yer osti geodezik asosini ikki shaxta usulida oriyentirlashda boshlang'ich kattalik hisoblanadi. U yer yuzasidagi geodezik asos xatoligi, yer osti poligonometriya yo'lidagi burchak o'lchash xatoligi hamda yer osti poligonometriya yo'lining boshlang'ich A_1O_1 tomonini oriyentirlashdagi yo'l qo'yilgan xatoliklar ta'sirida vujudga keladi. Yuqorida keltirilgan xatoliklar manbalarini quyidagicha belgilab, ya'ni m_{u_1}, m_{u_2} va m_{u_3}, umumiy xatolikni hisoblash ifodasini keltirib chiqaramiz:

$$m_u = \sqrt{m_{u_1}^2 + m_{u_2}^2 + m_{u_3}^2}. \qquad \text{(XIX.22)}$$

Yer yuzasida barpo etilgan asosiy poligonometriya yo'li 1:30000 atrofida nisbiy xatolikni ta'minlaydi. Trassa o'qiga ko'ndalang yo'nalish uchun bu xatolikni $\sqrt{2}$ marta kichik deb qabul qilish mumkin. Shuning uchun, m_{u_1} kattalikni quyidagi ifoda yordamida hisoblash mumkin:

$$m_{u_1} = \frac{L}{30000\sqrt{2}} = \frac{L}{42300},$$

bu yerda: L – shaxta va skvajina orasidagi masofa.

Bu xatolik boshqa xatoliklarga nisbatan kichik bo'ladi.

Yo'l qo'yilgan u ko'ndalang bog'lamaslikni yer osti poligonometriya yo'lidagi o'lchangan burchaklarga tuzatmalar kiritish orqali yo'qotiladi.

Cho'zinchoq osma poligonometriya yo'llari uchun:

$$m_{u_2} = \frac{m_\beta}{\rho} L_1 \sqrt{\frac{n+1,5}{3}}, \qquad \text{(XIX.23)}$$

bu yerda m_β – yer osti poligonometriya yo'lidagi burchak o'lchash o'rta kvadratik xatolik;

L_1 – yer osti poligonometriya yo'li uzunligi;

n – yer osti poligonometriya yo'lidagi tomonlar soni.

Boshlang'ich tomon direksion burchagi xatoligining yer osti poligonometriya yo'li oxirgi nuqtasining siljishiga bo'lgan ta'sirini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$m_{u_3} = \frac{m_0^u}{\rho^u} L, \qquad \text{(XIX.24)}$$

bu yerda m_0 – yer osti poligonometriya yo'lidagi boshlang'ich tomon direksion burchagi xatoligi (birlashtiruvchi uchburchak usulida aniqlangan).

Shunday qilib, boshlang'ich tomon direksion burchagini tuzatish yo'li bilan bartaraf etiladigan ko'ndalang bog'lanmaslikning bir qismi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$u_3 = u\frac{m_{u_3}^2}{m_u^2}. \qquad \text{(XIX.25)}$$

Yer osti poligonometriya yo'lidagi boshlang'ich direksion burchakka tuzatma

$$\Delta\alpha'' = \frac{u_3}{L}\rho''. \qquad \text{(XIX.26)}$$

Ko'ndalang bog'lanmaslikning $u - u_3$ ga teng bo'lgan ikkinchi qismi o'lchangan burchaklarga tuzatma kiritish yo'li bilan bartaraf etiladi.

Bo'ylama bog'lanmaslik t qiymat yo'l tomonlari uzunligiga teskari ishora bilan proporsional tarqatiladi.

Chiziqqa tuzatma

$$\vartheta_{l_i} = \frac{t}{L}\cdot l_i. \qquad \text{(XIX.27)}$$

Tomonlar uzunligiga va burchaklarga tuzatmalar aniqlangandan keyin, koordinata orttirmalari tuzatmalari hisoblanadi:

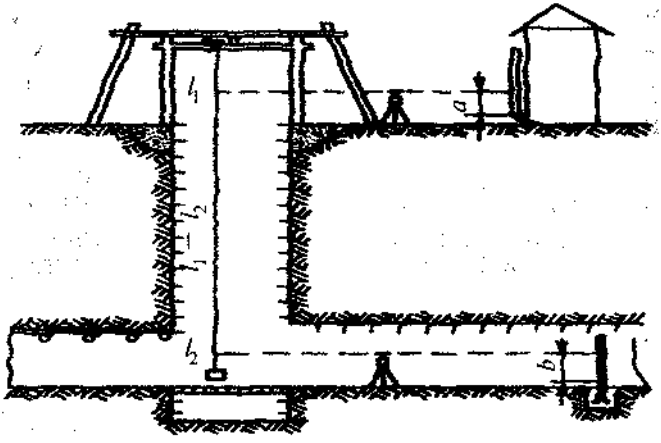
$$\left.\begin{aligned}\vartheta_{\Delta y_i} &= \vartheta_{l_i}\sin\alpha_i + \frac{\Delta x_i \vartheta\alpha_i}{\rho''},\\ \vartheta_{\Delta x_i} &= \vartheta_{l_i}\cos\alpha_i + \frac{\Delta y_i \vartheta\alpha_i}{\rho''}.\end{aligned}\right\} \qquad \text{(XIX.28)}$$

Ikki shaxta usulida oriyentirlash aniqligiga geodezik asos tuzish xatoligi, masofa va burchak o'lchash xatoliklari ta'sir qiladi. Poligonometriya yo'li 2 km gacha bo'lgan hollarda keltirilgan xatoliklar manbaning har qaysisi 2–4″ atrofida bo'ladi, demak, bu usulda oriyentirlashning o'rtacha kvadratik xatoligi 8–10″ ni tashkil etadi.

84-§. Yerning ustki qismidan yer osti ishlariga balandlik uzatish

Yer osti ishlariga balandlik uzatish uchun III sinf nivelirlash tarmog'i reperlari asos bo'lib xizmat qiladi. Shaxta va yer osti inshootlari atrofida cho'kish ro'y berishini e'tiborga olib, balandlik uzatish jarayonidan ikki kun oldin III sinf nivelirlash orqali reperlar tekshirib ko'riladi.

Balandlik uzatish uchun maxsus moslamaga po'lat ruletka mahkamlanadi va uning uchiga og'irligi 10 kg bo'lgan yuk osiladi. Yuqoriga va shaxtaning pastki qismiga 118-rasmda ko'rsatilgandek nivelirlar o'rnatiladi.



118-rasm.

Yerning yuza qismida joylashgan nivelir orqali osilgan ruletka va reperga o'rnatilgan reykadan sanoq olinadi. Yer osti qismida (shaxtada) joylashgan nivelir yordamida esa ruletkadan va balandlik uzatish lozim bo'lgan reperga o'rnatilgan reykadan sanoq olinadi.

Balandlik uzatish jarayonida dastlab bir vaqtning o'zida ikkala nivelir ruletkaga vizirlanadi va ko'rsatmaga binoan sanoqlar olinadi. Keyin nivelirlar reperlarga o'rnatilgan reykalarga qaratiladi va ulardan sanoqlar olinadi.

Yer ostiga mahkamlangan reper balandligi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$H_{sh} = H_p + a - [(l_1 - l_2) + \Delta t + \Delta k + \Delta l] - b, \quad \text{(XIX.29)}$$

bu yerda: H_p – yer yuzasidagi boshlang'ich reper otmetkasi;

a – yer yuzasida o'rnatilgan reykadan olingan sanoq;

b – yer yuzasida o'rnatilgan reykadan olingan sanoq;

l_1 – yer yuzasidagi ruletkadan olingan sanoq;

l_2 – yer yuzasidagi nivelir yordamida ruletkadan olingan sanoq;

Δt – ruletka uzunligiga temperatura tuzatmasi;

Δk – ruletka uzunligiga kamporirlash tuzatmasi;

Δl – ruletkaning uzayishiga bo'lgan tuzatma.

Temperatura tuzatmasi quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta_t = \alpha(l_1 - l_2) \cdot (t_{o'r} - t_0),$$

bu yerda: t_0 – ruletka tenglamasiga mos temperatura;

$\alpha = 0{,}000011$ ruletka materialining (po'lat tasma uchun) chiziqli kengayish koeffitsiyenti.

$t_{o'r}$ – kattalikni aniqlash uchun yerning ustki qismida va yer ostida temperatura o'lchanadi va ularning o'rtacha qiymati olinadi.

Katta chuqurliklarga balandlik otmetkasini uzatishda ruletkaning o'z og'irligi ta'siridagi uzayishini hisobga olish kerak bo'ladi. Bu tuzatma quyidagicha hisoblanishi mumkin:

$$\Delta_l = \frac{P}{2} \cdot \frac{l}{EF}, \quad \text{(XIX.30)}$$

bu yerda: R – ruletkaning og'irligi;

l – ruletka uzunligi;

E – elastiklik moduli;

F – ko'ndalang kesim.

10 mm enlikdagi va 0,2 mm qalinlikdagi po'lat tasma uchun $F = 0{,}02$ sm^2, $E = 2 \cdot 10^6$ kg/cm^2 bo'ladi. Ruletka uzunligi 100 m va nisbiy og'irligi $\gamma = 8 \cdot 10^{-8}$ n/m^3, massasi $P = 0{,}02 \cdot 100 \cdot 8 = 1{,}6$ kg uchun tuzatma $\Delta_l = 0{,}2$ sm $=$ $= 2$ mm bo'ladi. 50 m uzunlikdagi ruletka uchun tuzatma $\Delta_l =$ $= 0{,}5$ mm bo'ladi.

Turli xil asbob gorizonti va ruletkalarning turli holatlarida olingan sanoqlar bo'yicha hisoblangan reper balandliklari farqi 4 mm dan oshmasligi kerak.

Boshlang'ich reperdan yer osti ishlariga balandlik uzatish to'g'ri va teskari nivelirlash orqali amalga oshiriladi. Ishchi reperlar sifatida poligonometrik belgilar xizmat qiladi.

Mahkamlangan poligonometrik belgi balandligi quyidagicha hisoblanadi:

$$H_k = H_l + a + b, \qquad \text{(XIX.31)}$$

bu yerda: H_l – lotokka mahkamlangan reper;

a – lotokdagi reperga o'rnatilgan reykadan olingan sanoq;

b – shipdagi belgiga o'rnatilgan reykadan olingan sanoq.

Yer osti nivelirlash yopiq yo'lidagi yo'l qo'yarli bog'lanmaslik

$$f_{h_2} = \left(2\sqrt{n}\right) \text{ mm} \qquad \text{(XIX.32)}$$

ni tashkil etadi, bu yerda n – poligondagi stansiyalar soni.

Reperlar orasida o'tkazilgan nivelir yo'llaridagi yo'l qo'yarli bog'lanmaslik quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$f_{h_2} = \sqrt{\left(\Delta h_p \sqrt{L}\right)^2 + \left(\Delta h_{sh} \sqrt{L_1}\right)^2 + \left(\Delta h_c \sqrt{2}\right)^2}, \qquad \text{(XIX.33)}$$

bu yerda: Δh_p, Δh_{sh} – yer yuzasi va yer osti nivelirlashning tasodifiy xatoliklari (1 km dagi);

Δh_c – bitta shaxta uchun balandlik uzatish xatoligi;

L va L_1 – nivelir yo'llari uzunliklari, km.

Odatda, $\Delta h_p = \Delta h_{sh} = 7$ mm va $\Delta h_c = 4$ mm deb qabul

qilinadi, bu holda (XIX.33) ifoda quyidagi ko'rinishdan iborat bo'ladi:

$$f_{h_2} = \sqrt{49L + 49L_1 + 32}\,. \qquad \text{(XIX.34)}$$

Shaxta orqali har bir balandlik uzatilgandan keyin nivelirlash ishlari takrorlanadi. Reperlarning sistematik cho'kishi aniqlansa, uning kattaligi va jadalligini bilish uchun nivelirlash takrorlanadi. Qayta nivelirlash oralig'i aniqlangan cho'kish qiymatiga bog'liq.

Nazorat savollari

1. Oriyentirlash deb nimaga aytiladi?
2. Oriyentirlash qanday usullarda bajariladi?
3. Ikki shovun usulining mohiyatini aytib bering.
4. Takomillashtirilgan ikki shovun usulining mohiyatini tushuntiring.
5. Oriyentirlashning birlashtiruvchi uchburchak usulining geometrik sxemasini keltiring.
6. Birlashtiruvchi uchburchaklar usulining mohiyatini aytib bering.
7. Birlashtiruvchi uchburchaklarning maqbul shakli qanday bo'lishi kerak?
8. Giroteodolit yordamida oriyentirlash usulining mohiyatini aytib bering.
9. Giroteodolitning doimiy tuzatmasi qanday hisoblanadi?
10. Giroteodolit yordamida aniqlanadigan yo'nalishning direksion burchagi qanday hisoblanadi?
11. Ikki shaxta usulining geometrik sxemasini chizib ko'rsating.
12. Ikki shaxta usulining mohiyatini aytib bering.
13. Yer osti ishlariga balandlik uzatish qanday amalga oshiriladi?
14. Yer ostida joylashgan reper otmetkasi qanday aniqlanadi?

Tayanch so'zlar: *oriyentirlash, magnit usuli, geomagnit maydon, ikki shovun stvori, avtokollimatsiya, birlashtiruvchi uchburchak usuli, giroteodolit, giroteodolit doimiysi, giroskopik azimut, ikki shaxta usuli, elastiklik moduli.*

XX BOB. YER OSTI ISHLAB CHIQARISHIDA BAJARILADIGAN GEODEZIK ISHLAR

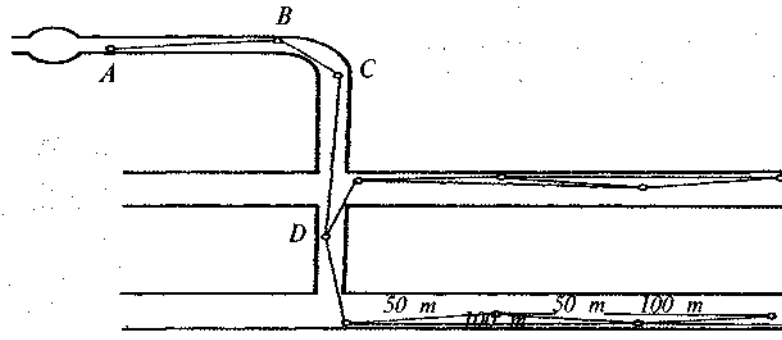
85-§. Yer osti poligonometriyasi

Tunnel va yer osti inshootlarining o'qlari va konturlari qurilish jarayonida yer osti poligonometriya yo'li punktlaridan rejalanadi.

Tunnel trassasi bo'ylab o'tkaziladigan poligonometriya yo'llari ikki turga bo'linadi: tomonlari 25–50 m bo'lgan ishchi yer osti poligonometriya yo'llari va tomonlari 50–100 m bo'lgan asosiy poligonometriya yo'llari.

Yer osti poligonometriya yo'llari tayanuvchi punktlar koordinatalari va tomonlar direksion burchaklari qiymatlari shaxta orqali oriyentirlash natijalaridan olinadi.

Asosiy poligonometriya yo'llari cho'ziq uchburchaklar zanjiri ko'rinishidan iborat bo'ladi (119- rasm).



119-rasm.

Ishchi poligonometriya yo'lining bir qismi asosiy poligonometriya yo'liga qo'shiladi.

Asosiy va ishchi poligonometriya yo'li punktlari temir sterjenli monolit bilan mahkamlanadi.

Tunnellarda poligonometriya yo'li belgilari rels kallagidan 10 sm baland o'rnatiladi.

Yer osti poligonometriya yo'li tomonlari komporirlangan po'lat ruletka yordamida to'g'ri va teskari yo'nalishda

o'lchanadi. Masofa o'lchashda svetodalnomerlar ham keng qo'llaniladi.

Ishchi poligonometriya burchaklari o'rta aniqlikdagi teodolitlar yordamida, asosiy poligonometriya burchaklari esa aniq teodolitlar *T*1, *T*2 bilan o'lchanadi.

Yer osti ishlari tutashmasini talab qilingan aniqlikda ta'minlashda burchak o'lchash katta ahamiyatga ega ekanligini e'tiborga olib, o'lchash jarayoni kamida ikki marta, turli vaqtlarda amalga oshiriladi. Asosiy poligonometriya tomonlari 50–100 m dan iborat bo'lganda uchburchaklardagi burchak bog'lanmasligi 6"–8" dan oshmasligi talab etiladi.

Yopiq poligonda yo'l qo'yarli bog'lanmaslik quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

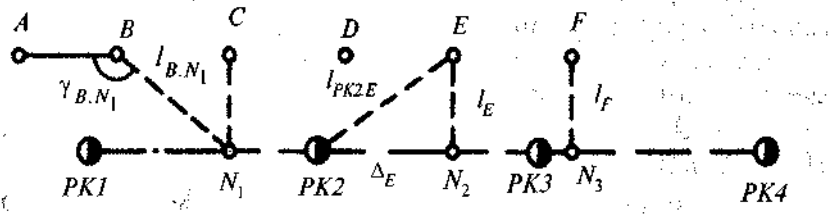
$$f_{\beta_{chek.}} = 6''\sqrt{n}\,, \qquad \text{(XX.1)}$$

bu yerda n – poligonometriya tomonlari soni.

Bu poligonlarda nisbiy tomon bog'lanmasligi 1:25000 dan oshmasligi talab etiladi.

86-§. Tunnel o'qlarini rejalash

Tunnel o'qlari yer osti poligonometriya punktlariga nisbatan rejalanadi. *N*1 nuqtani qutbiy koordinatalar usulida joyga ko'chirish uchun o'qda yotuvchi *N*1 nuqtaning loyihaviy koordinatalari (120-rasm) va *A*, *B*, *C*, *D* punktlar koordinatalariga asosan $l_{B.N_1}$ va $\gamma_{B.N_1}$ rejalash elementlari hisoblanadi.



120-rasm.

Trassaning N_2 va N_3 nuqtalarini joyga rejalash uchun poligonometriya punktlari E va F dan perpendikular uzunligi o'lchab qo'yiladi. Perpendikular uzunligi l_E uchburchak $PK2EN2$ orqali hisoblanadi. $PK2$ nuqtaning loyihaviy koordinatasi va poligonometriya tarmog'ining E punkti koordinatasiga asosan $PK2E$ yo'nalishning direksion burchagi va $PK2$-E nuqtalari orasidagi masofa hisoblanadi. Keyin trassaning va $PK2E$ chiziqlarning direksion burchaklari farqi hisoblanadi:

$$\gamma_{PK\,2-E} = \alpha_{TR} - \alpha_{PK\,2-E}. \qquad \text{XX.2)}$$

Perpendikular kattaligi

$$l_E = l_{PK\,2-E} \sin \gamma_{PK\,2-E}. \qquad \text{(XX.3)}$$

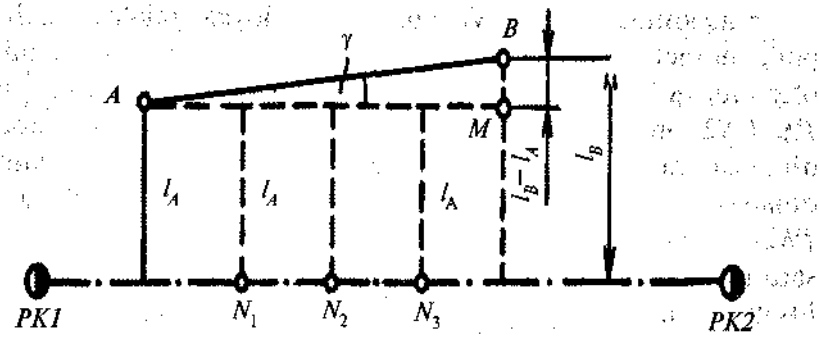
N_2 nuqtaning piketaj qiymatini aniqlash uchun

$$\Delta_E = l_{PK\,2-E} \cos \gamma_{PK\,2-E}. \qquad \text{(XX.4)}$$

N_2 nuqtaning piketaj qiymati $PKN_2 = PK2 + \Delta E$ bo'ladi. Trassaning to'g'ri qismida uning nuqtalarini ko'pincha o'qqa paralel va poligonometriya punktidan o'tuvchi chiziqqa nisbatan joyga ko'chiriladi. Buning uchun ikkita yonma-yon poligonometriya punktlarini o'qdan uzoqlashishi hisoblanadi. Poligonometriya punkti B dan $l_B - l_A$ farq hisoblanadi (121-rasm) va M nuqta topiladi. AM chiziq tunnel o'qiga paralel bo'ladi. Joyda bu chiziqdan l_A kattalikni o'lchab, trassaning N_1, N_2, N_3 nuqtalarini topish mumkin. AM yo'nalishni A nuqtaga o'rnatilgan teodolit yordamida burchakni o'lchab qo'yish orqali aniqlash mumkin.

Agarda N_1 nuqta aylanma qayrilmada joylashgan bo'lsa (122-rasm), l_B quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$l_B = d_{o-b} - (R - (\rho + q)). \qquad \text{(XX.5)}$$

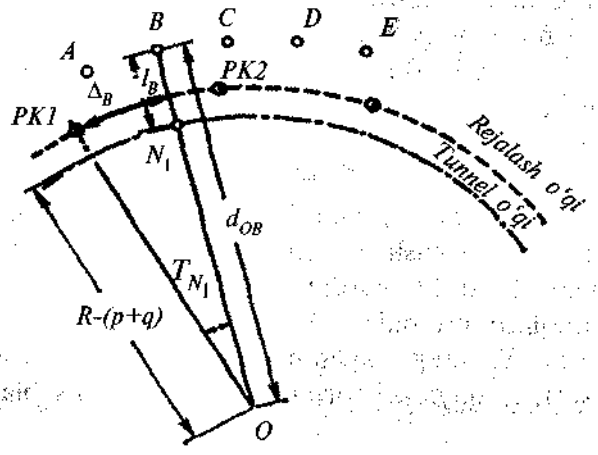


121-rasm.

N_1 nuqtaning piketaj qiymatini aniqlash uchun ON_1 va $O{-}PK1$ radiuslar direksion burchaklari farqi $g N_1$ hisoblanadi. Keyin trassa o'qi bo'ylab N_1 va $PK1$ nuqtalari orasidagi yoy uzunligi hisoblanadi:

$$\Delta B = \gamma''_{N_1} R / \rho ,$$

bu yerda R – rejalash o'qi radiusi.



122-rasm.

N_1 nuqtaning piketaj qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$PKN_1 = PK1 + \Delta_B.$$

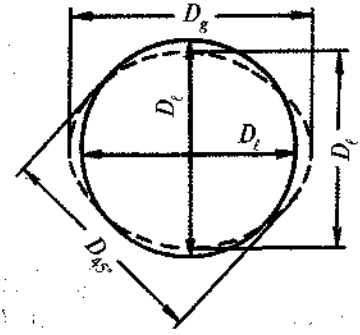
Tog‘ tunnellari qurilishida, o‘pirilishi mumkin bo‘lgan joylarda trassani rejalash yer yuzasida amalga oshiriladi. Bu rejalashlar geodezik asos punktlariga nisbatan bajariladi.

87-§. Tunnelning yig‘ma qoplamalarini yotqizishda bajariladigan geodezik rejalash ishlari

Tunnellarni tezkor qurishda metall tyubingli yoki temir-beton blokli yig‘ma qoplama usuli keng tarqalgan. Ko‘ndalang kesimi aylanadan iborat tunnellarda bunday qoplamalar o‘zaro bolt yoki shtir bilan mahkamlanuvchi, eni 1–2 m dan iborat alohida halqalardan yig‘iladi.

Tyubingli yoki blokli qoplamalarni yig‘ishda ularning plan va profilda to‘g‘ri terilishi kuzatib boriladi. Har bir terilgan halqa uchun ellipslik va profildagi holati aniqlanadi. Planli holati sutkada bir marta yoki har uchtadan keyin halqa uchun aniqlab boriladi.

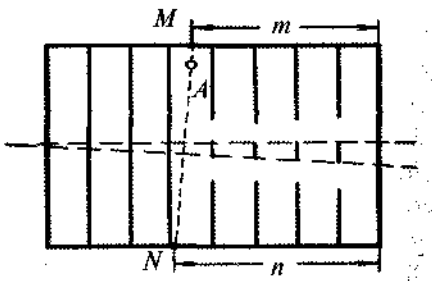
Loyihaviy va o‘lchangan gorizontal diametrlar orasidagi farq $D_t - D_g$ (123-rasm) gorizontal ellipslik, $D_t - D_v$ esa vertikal ellipslik, $D_l - D_{45°}$ – 45° burchakka qiyalangan ellipslik deyiladi.



123-rasm.

Har 8–10 halqadan keyin ular yuza tekisligining tunnel o'qiga bo'lgan perpendikularga nisbatan bo'lgan chetlanishi aniqlanadi.

Bu holat halqaning ilgarilab ketishi deyiladi. Uning qiymatini aniqlash uchun poligonometriya tarmog'ining A punktida trassa o'qiga bo'lgan perpendikular tiklanadi (19-rasm). Keyin po'lat ruletka yordamida tunnelning gorizontal diametri sathida M va N nuqtalardan oxirgi halqa tekisligigacha bo'lgan masofa o'lchanadi.



124-rasm.

Ilgarilab ketish quyidagicha hisoblanadi:

$$q = n - m. \qquad \text{(XX.6)}$$

Tunnelning to'g'ri qismida, halqalar to'g'ri yotqizilganda ilgarilab ketish nolga teng bo'lishi kerak.

Tunnelning aylanma qayrilma qismida normal yoki loyihaviy ilgarilab ketish quyidagicha hisoblanadi:

$$q_l = Dl/R, \qquad \text{(XX.7)}$$

bu yerda D – halqa diametri;

R – aylanma qayrilma radiusi;

l – tunnelning kuzatilayotgan qismi uzunligi.

Aylanma qayriladagi m masofa vatar bo'ylab o'lchanadi, keyin bu masofaga tuzatma kiritiladi:

$$\Delta m = \frac{m^3}{24R^2}. \qquad \text{(XX.8)}$$

O'lchashlar natijasida aniqlangan ilgarilab ketish qiymati loyihaviy qiymat bilan taqqoslanadi va chetlashish holatlari sodir bo'lsa, joyda tuzatiladi.

Tik tekislikdagi ilgarilab ketish shovun yordamida aniqlanadi. Tunnelning gorizontal qismidagi tik ilgarilash nolga teng bo'lishi kerak. Loyihaviy tik ilgarilash tunnel o'qining loyihaviy nishabligiga bog'liq bo'ladi va quyidagicha hisoblanadi: $q_T = Di$, bu yerda i – nishablik.

Qoplamalarni yig'ish jarayonida har beshta halqadan keyin ularning planli va profil holati tekshirib boriladi. Halqalarning planli holati tunnel o'qiga nisbatan yonlama nivelirlash usulida aniqlanadi. Poligonometriya belgisiga teodolit o'rnatiladi va uning vizirlash o'qi tunnel o'qiga paralel holatga keltiriladi. Keyin tunnelning gorizontal diametri bo'ylab o'rnatilgan reykadan sanoq olinadi.

88-§. Tunnellarda temiryo'llar yotqizishda bajariladigan geodezik ishlar

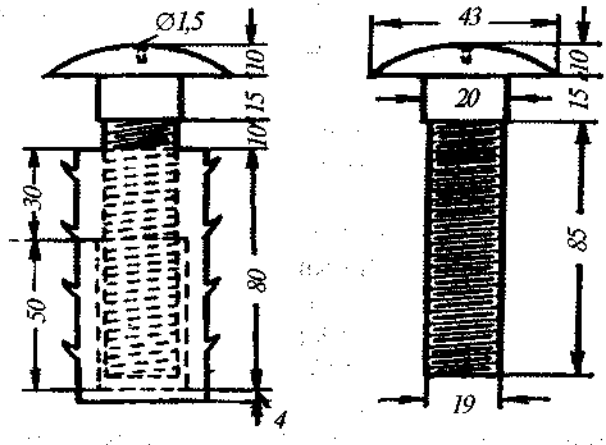
Tunnellarda temiryo'llar yotqizish uchun yo'l reperlaridan foydalaniladi (125-rasm). Trassaning to'g'ri qismida yo'l reperlari poyezd yo'nalishining o'ng tomonida, har 20 m da, egri qismida esa har 5 m da o'rnatiladi.

Yo'l reperlarini o'rnatishda, ularning sferik qopqoqlarining ustki qismi, unga yaqin bo'lgan relsning ustki qismi balandligi bilan baravar bo'lishiga e'tibor beriladi.

Joyda mahkamlangan reperlar piketajini tuzish po'lat ruletka yordamida poligonometriya belgisidan repergacha bo'lgan masofani o'lchash yo'li bilan amalga oshiriladi.

Yo'l reperlari piketajining loyihaviy qiymatlari farqiga tuzatmalar kiritiladi. Bu tuzatmalar quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta_S = Sl/R,$$



125-rasm.

bu yerda: S – yonma-yon joylashgan yo'l reperlari orasidagi masofa;

R – rejalash qayrilmasi radiusi;

l – yo'l o'qidan reperlargacha bo'lgan o'rtacha masofa.

Yo'l reperlarining haqiqiy piketaj qiymatining loyihaviydan chetlashishi 3 sm dan oshmasligi talab etiladi.

O'rnatilgan yo'l reperlarining amaldagi piketaj qiymati aniqlangandan keyin, ularning loyihaviy balandliklari hisoblanadi. Nivelirdan foydalanilgan holda boltlarning sferik boshlarini balandlik bo'yicha loyihaviy holatga keltiriladi.

Relslarni yotqizishda reperdan yo'l o'qigacha bo'lgan masofani bilish zarur bo'ladi. Bu masofalar yer osti poligonometriya punktlaridan foydalanilgan holda aniqlanadi.

Trassaning aylanma qayrilma qismida reperdan yo'l o'qigacha bo'lgan masofa teodolit yordamida reykadan aniqlanadi.

O'rnatilgan yo'l reperlariga vedomost tuziladi, unda quyidagilar ko'rsatiladi: reperlar piketaji, reperning balandligi, reperdan yo'l o'qigacha bo'lgan r masofa va reperdan relsgacha bo'lgan l masofa.

Relslarning ichki qirralari orasidagi masofa 1524 mm ga

teng deb qabul qilingan. Shu vedomostga asosan yo'l reperlaridan relslarni yotqazish amalga oshiriladi.

Yotqizilgan yo'llarning to'g'riligi tekshirilgandan keyin shpallar betonlanadi. Betonlash jarayonida relslar balandligi nivelir yordamida uzluksiz tekshirib boriladi.

Oxirgi rixtovka qilingan yo'llar uchun quyidagi chetlanishlar o'rnatilgan:

1) Relslarning loyihaviy holatdan chetlanishi plan va profilda 3 mm dan oshmasligi kerak; relslar oralig'ining loyihaviy qiymatga nisbatan kengayishi 4 mm dan, siqiqligi esa 2 mm dan oshmasligi kerak; o'lchangan egilish yoyi qiymati loyihadan 20 m li vatar uchun 3 mm dan, 10 m li vatar uchun esa 2 mm dan ko'p qiymatga farq qilmasligi kerak.

89-§. Metropoliten stansiyalari va yer osti inshootlari qurilishida bajariladigan geodezik ishlar

Metropoliten stansiyalarini rejalash. Odatda, metropoliten stansiyalari yo'lning to'g'ri qismiga joylashtiriladi va ochiq yoki yopiq usullarda quriladi.

Tunnel stansiyalarida bajariladigan geodezik ishlar vagon tortish yo'llaridagi geodezik ishlarga o'xshash bo'ladi. Halqalarning planli va profil holatlarini aniqlashda, ularning ellipslik holatlari shundayligicha qoladi.

Tunnel stansiyalaridagi birinchi halqalarni o'rnatish 10 mm dan katta bo'lmagan xatolikda, halqalarning burilishi esa 15 mm dan oshmagan holda amalga oshirilishi kerak. Burilish qiymatini aniqlash uchun tyubinglar orasidagi choklar uzluksiz nivelirlab boriladi. Zaruriyat bo'lganda yig'ilayotgan halqalarning kerakli tomonlariga shayba qo'yish bilan burilishi bartaraf etiladi.

Chuqur joylashgan stansiyalar yer vestibuli bilan eskalator yordamida bog'lanadi.

Stansiyani ochiq usulda qurishda bo'lajak kotlovan yaqinida, lekin deformatsiya zonasidan tashqarida, asosiy poligonometriya tarmog'i barpo etiladi. Poligonometriya punkt-

laridan stansiyaning asosiy o'qlari rejalanadi. Kotlovanning bir nechta nuqtalariga yer yuzasidan otmetka uzatiladi.

Shuni e'tiborga olish kerakki, qurilish jarayonida o'q va balandliklarni kotlovanga uzatish bir necha bor takrorlanishi mumkin. Negaki, kotlovan tagi deformatsiyasi sodir bo'lishi mumkin. Konstruksiyalarni o'rnatishda stvor kuzatish va yonlama nivelirlash usullari qo'llaniladi. Ularning tikligi esa teodolit yoki shovunlar yordamida aniqlanadi.

Tunnel stansiyasi qurilishi tugatilgandan keyin qurilish konstruksiyalari va qurilmalarining montaji amalga oshiriladi. Konstruksiya va qurilmalarning loyihaviy otmetkalari geometrik nivelirlash usulida uzatiladi.

Stansiya qurilishi nihoyasiga yetganda ijroiy chizmalar: 1:100–1:200 masshtabda bo'ylama qirqimlar va planlar, 1:100–1:50 masshtabda ko'ndalang qirqmalar tuziladi.

Yirik yer osti inshootlarini rejalash. Yirik yer osti inshootlariga bir nechta stansiyalardan tashkil topgan metropoliten o'tish qismlari; yer osti energetik va sanoat vazifasini bajaruvchi korxonalar va boshqa inshootlar kiradi. Bunday inshootlar uchun loyihaviy chetlanish +50 mm dan −30 mm gacha yo'l qo'yilishi mumkin. Beton quyish qoliplari o'qlarining loyihadan chetlashishi 15 mm, devorlar uchun 8 mm va ustunlar uchun 10 mm dan oshmasligi talab etiladi.

Yirik yer osti inshootlari uchun geodezik asoslash aniqligi bir qancha yuqori bo'lishi kerak. Bunga turli sathdagi va yo'nalishdagi yer osti ishlari kesishmalarini ta'minlash zaruriyati sabab bo'ladi.

Bunda asoslash aniqligini hisoblashda m_u bo'ylama va m_t ko'ndalang tutashma xatoligi ta'siri hisobga olinadi.

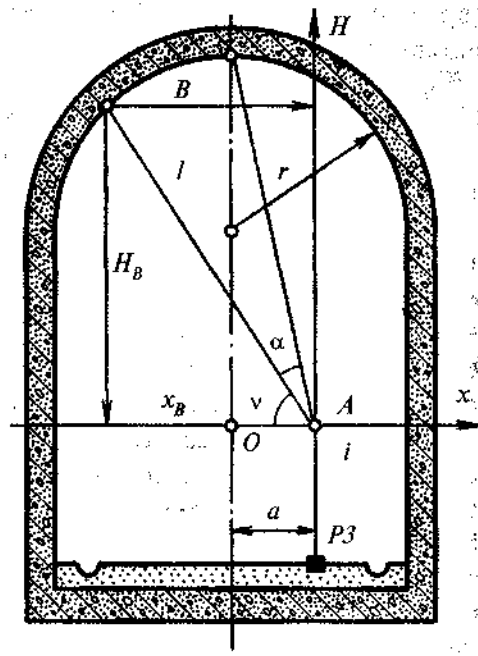
Triangulatsiya va poligonometriya tarmog'i loyihasi yer osti inshootlari bosh planidan foydalanilgan holda tuziladi.

Tutashma joylaridagi punktlar siljish qiymatlariga asoslanib, geodezik asos tarmog'ining burchaklari va tomonlarini o'lchash o'rta kvadratik xatoliklari aniqlanadi.

Tunnel qoplamasiga tegishli ishlar tugatilgandan so'ng ko'ndalang kesimlarni ijroiy planga olish amalga oshiriladi.

Kesimning ijroyaviy chizmasini tuzish uchun (126-rasm) qoplamaning ichki yuzasida x, H koordinatalar sistemasida joylashgan nuqtalar holatini aniqlash kerak bo'ladi.

Masalan, B nuqta uchun qutbiy usulda aniqlanishi mumkin bo'lgan x_B va H_B qiymatlarni bilish kerak bo'lsin. Bu qiymatlar masofa va α gorizontal hamda v vertikal burchaklarni o'lchash orqali aniqlanadi.



126-rasm.

Ushbu holatda A nuqta asbobning gorizontal va vertikal o'qlari kesishgan joy bilan ustma-ust tushgan bo'lib, shartli koordinatalar sistemasi boshi O bilan bir xil balandlikda va poligonometriya belgisi (PB) da joylashgan.

B nuqta koordinatalari quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} x_B &= l\cos v\operatorname{tg}\alpha, \\ H_B &= l\sin v. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XX.9)}$$

Loyihaviy o'q va absolut balandlik tizimiga nisbatan kesimni tuzish uchun x_B abssissa qiymatiga a siljish, H_B qiymatga esa poligonometriya belgisi balandligi va i asbob balandligi qo'shiladi.

(XX.9) ifodadan xatoliklar nazariyasiga asosan

$$\left.\begin{aligned} m_{x_b}^2 &= m_l^2 \cos^2 v\mathrm{tg}^2\alpha + l^2\mathrm{tg}^2\alpha \sin^2 v \frac{m_v^2}{\rho^2} + l\frac{\cos^2 v}{\cos^4 \alpha}\frac{m_\alpha^2}{\rho^2}, \\ m_{H_B}^2 &= m_l^2 \sin^2 v + l^2 \cos^2 v m_v^2 / \rho^2. \end{aligned}\right\} \quad \text{(XX.10)}$$

Odatda, yer osti poligonometriya punktlari orasidagi masofa 50 m atrofida tanlanadi. Shuning uchun $l = 50$ m va $m_x = m_h = 10$ mm ni qabul qilib, koordinatalari $N_B = x_B = 8$ m tunnel uchun chiziqli va burchak o'lchash xatoliklarini teng ta'sir qilish prinsipiga asoslangan desak, $m_\alpha \approx m_v \approx 50''$; $m_l/l \approx 1/1000$ bo'ladi.

Katta kesimga ega bo'lgan yer osti ishlarining ijroiy planini olishda chiziqli o'lchashlarni ruletka yordamida bajarish qiyinchiliklar tug'diradi. Shu maqsadda tunnel qoplamasiga hech qanday moslama qo'ymasdan masofa o'lchashga imkon beradigan asboblar ishlab chiqilgan. Bunday asboblar qatoriga tunnel taxeometrini kiritish mumkin. Bu asbob yordamida diametri 30 m gacha bo'lgan yer osti inshootlarini planga olish mumkin.

Shunday o'lchashlarni bajarishda lazer asboblaridan ham keng foydalaniladi.

90-§. Yer osti inshootlarini qurishda va ulardan foydalanish davrida deformatsiyani kuzatish

Yer osti inshootlari va tunnellar qurilishi jarayonida bajariladigan ishlar, odatda, yerning yuza qismining cho'kishiga olib keladi. Noqulay geologik sharoitlarda cho'kish qiymati bir necha detsimetrni tashkil etishi mumkin. Shu sababli yer osti inshootlari qurilayotgan joylarda yerning yuza qismida binolar mavjud bo'lsa, deformatsiya va cho'kishni kuzatish ishlarini olib borish zaruriyati tug'iladi. Qurilish ishlari boshlanishidan oldin bino devorlariga kuzatish markalari o'rnatiladi. Markalar binoning to'rtala burchagiga mahkamlanadi.

Bu markalar balandliklari III sinf nivelirlash orqali aniqlanadi. Nivelirlash paytida vizir nuri uzunligi 50 m dan oshmasligi tavsiya etiladi.

Ko'rsatma [4] ga binoan quyidagi qisman yo'l qo'yarli chetlanishlar o'rnatilgan:

1) bog'lovchi nuqtalar orasidagi yo'l uzunligining maksimal qiymati – 400 m;

2) osma yo'llardagi stansiyalar soni 3 tagacha;

3) boshlang'ich va qayta nivelirlash natijasida olingan nisbiy balandliklar farqi 3 mm dan oshmasligi kerak.

Yopiq yo'llar va poligonlarda yo'l qo'yarli bog'lanmaslik quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$f_h = 2{,}5''\sqrt{n}\,, \qquad \text{(XX.11)}$$

bu yerda n – stansiyalar soni.

Qayta nivelirlash cho'kish jarayoni to'liq to'xtaguncha davom ettiriladi. Ular orasidagi vaqt esa cho'kish tezligini e'tiborga olgan holda belgilanadi, lekin har qanday holatda 45 kundan oshmasligi kerak. Tez-tez cho'kish sodir bo'ladigan joylarda cho'kishni kuzatish har 10 kunda amalga oshirib boriladi.

Kuzatish natijalariga asosan cho'kish vedomosti va 1:500 masshtabda cho'kishning tarqalish zonasi va o'lchamlarini tavsivlovchi grafiklar tuziladi.

Yer osti ishlarida, ayniqsa, noqulay geologik sharoitga ega bo'lgan joylarda sezilarli darajada tog' bosimi paydo bo'ladi, buning natijasida tunnel qoplamalarining cho'kishi va deformatsiyalanishi sodir bo'lishi mumkin. Bunday holatlardagi cho'kish qiymati va jadalligini aniqlash uchun tunnelning qoplamalariga mahkamlangan maxsus nuqtalar uzluksiz ravishda nivelirlab boriladi. Kuzatish oralig'i tog' bosimiga bog'liq bo'ladi.

Yer osti inshootlarining cho'kishini kuzatishda yer osti balandlik asos punktlari boshlang'ich sifatida xizmat qiladi.

Tunnel qoplamalarining ko'ndalang siljishini aniqlashda stvor kuzatish usuli qo'llaniladi. Buning uchun tunnelning har 5–10 m oralig'ida geodezik belgilar mahkamlanadi va ularga shovun osiladi. Teodolit yordamida stvor chizig'i va shovunga bo'lgan yo'nalish orasidagi kichik burchaklar o'lchanadi. Olingan natijalar yordamida siljish qiymati aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. Yer osti poligonometriyasi nima maqsadda va qanday tartibda barpo etiladi?
2. Tunnel o'qlari qanday rejalanadi?
3. Tunnel yig'ma qoplamalarini yotqizishda geodezik ishlarning qanday turlari amalga oshiriladi?
4. Gorizontal va vertikal ellipslik deb nimaga aytiladi?
5. Loyihaviy ilgarilab ketish deb nimaga aytiladi?
6. Tunnelarda temiryo'l yotqizishda bajariladigan geodezik ishlar tarkibini ayting.
7. Rixtovka deb nimaga aytiladi va u qanday tartibda bajariladi?
8. Yer osti asosi aniqligiga qanday xatoliklar ta'sir etishi mumkin?
9. Nima uchun yer osti inshootlari qurilayotgan hududlarda cho'kishni kuzatish ishlari bajariladi?
10. Tunnel qoplamalarining deformatsiyasi nima sababdan yuzaga keladi?
11. Tunnel qoplamalarining ko'ndalang siljishini kuzatish qanday usulda bajariladi?

Tayanch so'zlar: *yer osti poligonometriyasi, ishchi poligonometriya, tunnel o'qi, tunnel yig'ma qoplamasi, tyubing, gorizontal va vertikal ellipslik, yo'l reperlari, rixtovka, metropoliten stansiyalari, yer osti vestibuli, eskalator, bo'ylama va ko'ndalang tutashma, kuzatish markalari.*

XXI BOB. NOYOB INSHOOTLAR QURILISHIDA VA ULARDAN FOYDALANISHDA BAJARILADIGAN YUQORI ANIQLIKDAGI GEODEZIK ISHLAR

91-§. Noyob inshootlar haqida qisqacha ma'lumotlar

Tayyorlash, montaj qilish ishlarini hamda elementlari holati barqarorligini yuqori aniqlikda saqlaganda mo'tadil ishlashi ta'minlanadigan injenerlik obyektlari noyob inshootlar deyiladi. Bu inshootlar ikkita, bir-biridan farq qiluvchi, lekin uzviy ishlovchi: injener-qurilish konstruksiyalari va noyob texnologik qurilmalar majmuyi qismlaridan tashkil topgan. Yirik radioteleskoplar, teleminoralar, yuqori temperaturali gelioqurilmalar, sanoat konveyer liniyalari va boshqalar shular jumlasidandir.

Zaryadlangan zarralarni tezlatgichlar. Tezlatgichlar — bu katta kinetik energiyaga ega bo'lgan zaryadlangan zarralarni hosil qiluvchi va tezlashtiruvchi qurilmalardir.

Zarralar harakati trayektoriyasi shakliga qarab chiziqli va halqali tezlatgichlarga bo'linadi. Chiziqli tezlatgichlarda zarralar harakat yo'nalishi to'g'ri chiziqqa yaqin, halqalida aylana yoki spiralsimon bo'ladi.

Barcha zamonaviy halqali tezlatgichlar uchun umumiylik shundan iboratki, ularda chiziqli tezlatkich ko'rinishidagi injektor mavjud. Uning asosiy vazifasi halqasimon elektromagnit kameraga zarralarni yuborishdan iborat bo'lib, bu yerda zarralar loyihaviy energiyaga ega bo'lishadi.

Tezlashtirilgan zarralar energiyasi orbita radiusiga to'g'ri proporsional. Shuning uchun zaryadlangan zarralar energiyasining oshishi asosan tezlatgich radiusining ortishi hisobiga amalga oshiriladi.

Tezlatgichlarning normal ishlashi uchun asosiy texnologik qurilmalar holatining hisobdagi ko'rsatilgan qiymatdan chetlashishi cheklangan bo'lishi kerak. Shunday holatda vakuum kamerasidagi zarrachalarning minimal yo'qolishiga erishiladi.

Quyidagi 8-jadvalda jahondagi eng yirik halqasimon tezlatgichlar uchun magnit bloklarni loyihaviy holatda o'rnatish aniqligiga bo'lgan talablar keltirilgan.

8-jadval

№	Tezlatgich	O'zaro holatiga bo'lgan talablar, mm			Tezlatgich radiusi, m
		Radius bo'yicha	Balandlik bo'yicha	Azimut bo'yicha	
1	Serpuxov (Rossiya)	0,2	0,2	3,0	236
2	Brukxeynveyn milliy laboratoriyasi (AQSH)	0,1	0,1	—	128
3	Evropa tadqiqot markazi (Shveysariya)	0,25	0,25	—	100
4	Gamburg (Germaniya)	0,1	0,1	—	50
5	ITEF (Rossiya)	0,15	0,2	1,8	40
6	Yerevan (Armaniston)	0,2	0,2	0,5	34
7	Kembridj (AQSH)	0,5	0,15	1,5	36

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, zamonaviy tezlatgichlar uchun, montaj jarayonidagi kabi, asosiy texnologik va qurilish qismlarining muqobilligini kuzatishda ham yuqori aniqlikdagi geodezik ishlar talab etiladi.

Bunday qurilmalarning yanada rivojlangan turlarining barpo etilishi, ularni montaj qilish va foydalanishda amalga oshiriladigan geodezik ishlarga bo'lgan talabni yanada oshiradi.

Minorasimon inshootlar. Minorasimon inshootlar qiyin sharoitlarda barpo etiladigan va foydalaniladigan murakkab injenerlik obyektlari qatoriga kiradi.

Bu turdagi inshootlar mustaqil turuvchi konstruksiya bo'lib, uning tik holatini ta'minlash uchun hech narsa bilan tortib turish talab etilmaydi va uning balandligi bir necha yuz metrni tashkil etishi mumkin.

Minorasimon inshootlarning sanoat inshootlari; yashash va ma'muriy binolardan asosiy farqi quyidagilardan iborat:

1) inshootning balandligi uning asosi o'lchamidan ancha katta bo'ladi;

2) texnologik qurilma konstruksiya og'irligiga nisbatan sezilarli bo'lmagan og'irlikka ega;

3) konstruksiyaning og'irligi va texnologik qurilmalarining og'irligi ta'siri, shamol ta'siriga nisbatan ikkinchi darajali ahamiyatga ega.

Minora asosi diametrining balandligiga nisbati 1:8–1:20 atrofida bo'ladi va bu nisbat asosan tashqi ta'sir kuchiga hamda qo'llaniladigan qurilish materialiga bog'liq.

Minoralar shakli tik o'qiga nisbatan simmetrik bo'lgan holda prizma, silindr, piramida va giperbola shaklida bajariladi. Prizma va silindr shakli balandligi katta bo'lmagan, piramida va konus shakli esa baland (180 m va undan katta) inshootlar uchun qo'llaniladi.

Keyingi vaqtlarda, atrof muhitni muhofaza qilishga bo'lgan talablarni e'tiborga olgan holda, minorasimon inshootlar balandligini oshirishga intilish kuzatilmoqda.

Minorasimon inshootlar energetik obyektlarda aloqa va transport tizimida, sanoat, rimyo va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi.

Ayrim tele-radiominoralar noyob inshootlar qatoriga kiritiladi. Odatda, bunday inshootlar katta shaharlarda barpo etiladi, shuning uchun ularga yuqori arxitekturaviy talablar quyiladi. Bunday inshootlar qatoriga Parijdagi Eyfeleva, Moskvadagi Ostankino, Kanadadagi Toronto, Kiyevdagi va Toshkentdagi tele-radiominoralarni kiritish mumkin.

Baland minorasimon inshootlar og'ishini aniqlashning xatolik cheki $\delta_{g.i.}$ quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\delta_{g.i.} = 0{,}0005\ H. \qquad \text{(XXI.1)}$$

Qurilish montaj ishlarini geodezik ta'minlash jarayonidagi o'lchashlar o'rta kvadratik xatoligi

$$m_{g.i.} = 0{,}2\ \delta_{q.m.}, \qquad \text{(XXI.2)}$$

bu yerda $\delta_{q.m.}$ – konstruksiya hatoligining chekli xatosi.

Hozirgi paytda katta maydonga ega bo'lgan antennali radioteleskoplar qurilmoqda.

Bu yuqori sezgirlikni ta'minlashga imkon beradi. Radioteleskopning diapazoni qancha keng bo'lsa, shuncha ko'p masala yechilishi mumkin.

Reflektor maydonining kattalashishi erishishi mumkin bo'lgan yuza aniqligiga bog'liq ravishda chegaralangan bo'ladi. Reflektor shaklining talab qilingan shakldan chetlashishi to'lqinlarning siyraklashishiga olib keladi, natijada reflektor maydonidan foydalanish koeffitsiyenti pasayadi. Bu pasayish yuzaning tasodifiy xatosi ε ning to'lqin uzunligi λ ga nisbatan qiymatiga bog'liq ravishda tez o'sadi. Simmetrik parabola shaklidagi reflektorning qaytaruvchi (aks ettiruvchi) yuzasining nisbiy xatoligi, ya'ni ε ning diametrga nisbati eng yaxshi hisoblangan radioteleskorlar uchun $1 - 2 \cdot 10^{-4}$ qiymatga yaqin. Bunday yuqori aniqlikka Vashingtondagi 15 metrli radioteleskopda erishilgan. Nisbiy xatolik nafaqat montaj jarayonidagi xatolik bilan chegaralanadi, balki konstruksiya og'irligi, shamol, qizdirish ta'sirida yuzaga keluvchi deformatsiya ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Hozirgi vaqtda aylana uzunligi kilometrlarni tashkil etadigan radioteleskoplar yaratilmoqda [2]. Ularni montaj qilish va foydalanishdagi geodezik o'lchashlar nisbiy xatoligi $1 \cdot 10^{-6}$ dan kichik bo'lmasligi kerak.

Radioteleskoplarning qaytaruvchi yuzalarini sozlash uchun 0,05–0,1 mm o'lchash aniqligini ta'minlaydigan optikaviy, strunali-optikaviy va yuqori aniqlikdagi nivelirlash usullari qo'llaniladi.

Yuqori haroratli gelioqurilmalar. Gelioenergetika hozirgi kunda xalq xo'jaligining istiqbolli yo'nalishlaridan biriga aylanmoqda. Yerning quyoshdan bir yillik oladigan energiyasi $58 \cdot 10^{16}$ kvt.soatni tashkil etadi, bu hozirgi kunda olinayotgan barcha energiya manbalaridan 20000 marta ko'pdir [5].

Quyosh yuzasidagi nur oqimi zichligi $6{,}4 \cdot 10^7$ W/m^2, yer yuzasida esa nisbatan yuqori emas, 1400 W/m^2 ni tashkil etadi [6,7].

Turli xil issiqlik o'zgartiruvchilar yordamida olingan quyosh energiyasi elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqishda, isitish, issiq suv bilan ta'minlash, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish, sho'r suvlarni chuchuklashtirish va boshqa sohalarda qo'llanilmoqda.

O'tkazilgan tajribalar [8] ko'rsatdiki, quyoshli suv isitgich yordamida, atrof muhit harorati 25–27°C bo'lganda, suv haroratini 60°C gacha ko'tarish mumkin. Isitiladigan suv harorati, birinchi navbatda, sutkaning vaqtiga va quyosh radiatsiyasining jadalligiga bog'liq.

Muhim ilmiy va injenerlik masalalarini, shu jumladan, yuqori haroratlarda birikmalarni sinovdan o'tkazish, nur bilan payvandlash, sof holda qorishmalar olishda oynali to'plovchi tizimlardan foydalanish zaruriyati tug'iladi. Quyosh nurini to'plash fokuslash yo'li bilan, ya'ni quyoshning haqiqiy aksini oyna yoki linza fokusida hosil qilish orqali amalga oshiriladi. Bunda yuzasi botiq bo'lgan oynadan foydalaniladi.

Katta o'lchamdagi to'plovchi yuzalar sferik oynalar to'plamidan tashkil etilishi mumkin.

Hozirgi kunda quyosh energiyasini to'plashda turli xildagi qurilmalar keng qo'llanilmoqda (127- *a*, *b*, *d*, *e*, *f*, *g* rasm). Bu qurilmalar qaytaruvchi elementlariga qarab shartli ravishda bir oynali va ko'p oynaliga bo'linadi.

Bir oynali tizimlar (127-*a* rasm) nur to'plash darajasi bo'yicha maksimal imkoniyatlarga ega. Ularning asosiy kamchiligi, undan foydalanish davridagi tug'iladigan qiyinchiliklar, ya'ni katta hajmdagi nur to'plovchi va qabul qilish qurilmasini quyosh harakatiga mos ravishda harakatlantirishdan iborat.

Shu sababli to'plovchi tizimlar ko'p oynali (127- *b*, *d*, *e*, *f*, *g* rasm), bir-biriga bog'liq bo'lgan elementlardan tashkil topgan bo'ladi.

Bunday tizimlarning asosiy kamchiligi, qayta aks ettirish soni ortib borishi bilan quvvat kamayadi.

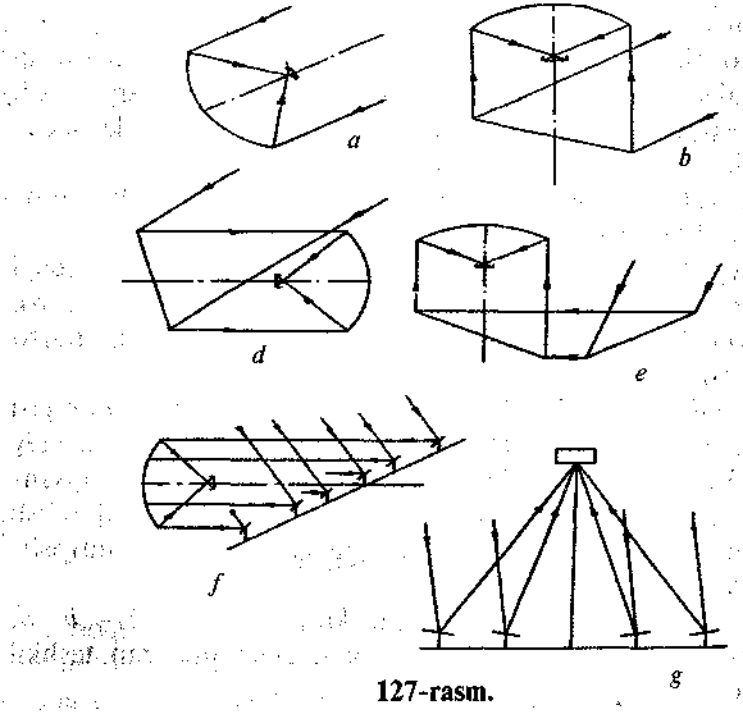
Bugungi kunda gelioqurilmalar taraqqiyotini uchta yo'nalishga bo'lish mumkin:

– yuqori haroratli texnologik jarayonlarni amalga oshirish uchun quyosh pechlarini barpo etish;

– quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun quyosh elektrstansiyalarini qurish;

– qishloq xo'jaligi ehtiyoji uchun gelioqurilmalar barpo etish.

Quyosh pechlarining injenerlik texnikaviy ko'rsatkichlari. Yuqori haroratli quyosh pechlarining asosiy vazifasi – ma'lum miqdordagi quyosh energiyasini yig'ish va uni kichkina maydonchada to'plash. Bunda bir joyga to'plash quyosh nurini fokuslash yo'li bilan amalga oshiriladi.



127-rasm.

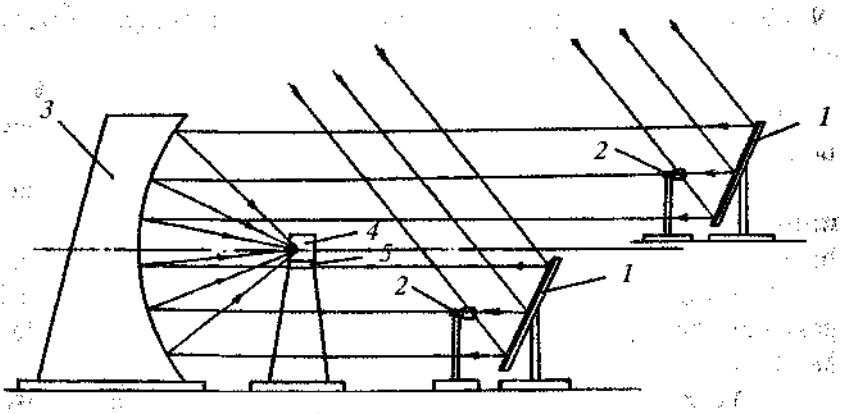
Quyosh pechi (128-rasm) quyidagi asosiy elementlardan iborat: geliostat – *1*, yo'naltiruvchi datchik – *2*, konsentrator – *3*, issiqlik qabul qiluvchi – *4*, issiqlik qabul qiluvchini siljitish moslamasi – *5*.

Geliostat quyosh pechi elementlarining asosiylaridan biri hisoblanadi va quyosh nurini tutish hamda uning yo'nalishini o'zgartirishni ta'minlaydi. Geliostat optik va mexanik qismlardan iborat. Optik qismi ko'taruvchi ramaga mustahkamlangan alohida yassi oynalardan tashkil topgan, mexanik qismi esa ko'taruvchi rama, ustun va geolistatning gorizontal hamda vertikal o'qlar atrofida aylanishini ta'minlovchi reduktordan tashkil topgan.

Geliostatga qo'yiladigan asosiy talab, undan qaytgan nurlar doimo to'plagich (konsentrator)ning optikaviy o'qiga parallel qolishidan iborat.

Quyosh energiyasining issiqlik energiyasiga aylanish jarayoni quyidagi tartibda amalga oshiriladi (128-rasm).

Quyosh nuri gelostat *1* yuzasiga tushadi va undan qaytgan nur datchik *2* ga yo'naltiriladi. Datchik o'z navbatida geliostatdan qaytgan nurlar to'plovchi o'qiga parallel holatni egallagunga qadar geliostat harakatiga boshqaruvchi signal beradi.



128-rasm.

Quyosh pechining quvvati fokal tekisligida yig'iladigan harorat qiymati bilan baholanadi.

Ideal holatdagi konsentrator uchun erishishi mumkin bo'lgan harorat qiymati quyidagi ifoda yordamida hisoblanishi mumkin [8]:

$$T_F = \sqrt{\frac{E_F}{G_0}}, \qquad \text{(XXI.3)}$$

bu yerda: $G_0 = 5{,}672 \cdot 10^{-8}$ W/m^2,

$$E_F = R_S \frac{1{,}2}{\varphi_0^2} \sin U_m E_0; \qquad \text{(XXI.4)}$$

E_F – ideal quyosh konsentratori fokusidagi nurlanish;
R_S – o'tkazish tizimining integral koeffitsiyenti;
φ_0 – quyoshning burchak radiusi, 0,004654 rad.
E_0 – quyosh radiatsiyasining zichligi;
U_m – konsentratorning ochilish burchagi.

Ifodadan ko'rinib turibdiki, quyosh pechlarini loyihalash va qurishda quyosh nurini imkon boricha ko'proq to'plashga harakat qilish kerak bo'ladi.

92-§. Quyosh pechi elementlarini yig'ishdagi tashkil etuvchi nuqsonlarning dastlabki hisobi

Quyosh pechini tashkil etuvchi elementlarni quyidagi uch sinfga bo'lish mumkin:

1. Konsentrator (nurni to'plovchi qurilma) fatsetlari, uning metall konstruksiyalari, konsentrator fatset ramalari – bularning majmuini K bilan belgilaymiz.

2. Geliostat metall konstruksiyalari, geliostat fatsetlari, geliostat fatset ramalari – bularning majmuini G bilan belgilaylik.

3. Yo'naltiruvchi datchiklar, uning metall ustunlari (stoykasi) – bularning majmuini D bilan belgilaylik.

Bu sinfdagi elementlar quyosh pechining ajralmas tashkil etuvchi qismlari bo'lib, quyosh pechining ishlashi bu sinfdagi elementlar bilan uzviy funksional bog'liqdir.

$$KP = f(K,\ G,\ D). \qquad \text{(XXI.5)}$$

Konsentrator, geliostat va datchiklarni o'rnatish, yig'ish va sozlashda (yustirovka) σ_k, σ_g, σ_d nuqsonlarga yo'l quyilgan deb faraz qilsak, quyosh pechini yig'ishda yo'l quyilgan nuqsonni

$$\sigma_{kp} = \sqrt{\sigma_k^2 + \sigma_g^2 + \sigma_d^2} \qquad \text{(XXI.6)}$$

deb yozishimiz mumkin.

Konsentratorni yig'ish va sozlash aniqligiga quyidagi nuqsonlar ta'sir ko'rsatadi:

σ_{ok} – konsentrator fatseti akslantiruvchi yuzasini tayyorlashdagi nuqson;

σ_{mk} – konsentrator metall konstruksiyalarining og'irlik kuchi, harorat va boshqa ta'sir etuvchi kuchlar ta'siridagi deformatsiyasi natijasida kelib chiqadigan nuqson;

σ_{dz} – konsentrator oynalarining deformatsiyasi natijasida kelib chiqadigan nuqson;

σ_{yuk} – konsentrator fatsetlarini sozlashda (oriyentirlashda) yo'l qo'yilgan nuqsonlar;

Bu nuqsonlar korrelatsion bog'lanmagan deb faraz qilsak,

$$\sigma_K = \sqrt{\sigma_{OK}^2 + \sigma_{MK}^2 + \sigma_{d.z}^2 + \sigma_{yu.k}^2} \qquad \text{(XXI. 7)}$$

ko'rinishda yozishimiz mumkin.

Geliostatni yig'ishdagi nuqsonlar quyidagilardan iborat deylik:

σ_{og} – geliostatning akslantiruvchi yuzasini tayyorlashdagi nuqson;

σ_{mg} – geliostat metall konstruksiyasining og'irlik kuchi, harorat va boshqa ta'sir etuvchi kuchlar ta'siridagi deformatsiyasi oqibatida kelib chiqadigan nuqson;

$\sigma'_{d.z}$ – geliostat oynalarining deformatsiyasi natijasida kelib chiqadigan nuqson;

$\sigma_{yu.g}$ – geliostat fatsetlarini sozlash nuqsonlari.

U holda geliostat nuqsonlarini quyidagiga teng deyishimiz mumkin:

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_{og}^2 + \sigma_{mg}^2 + \sigma_{d.z}'^2 + \sigma_{yu.g}^2}. \qquad \text{(XXI. 8)}$$

Datchiklarni o'rnatish (oriyentirlash) nuqsonini $\sigma_{d.u}$ va o'z navbatida datchiklarning yo'nalishini kuzatish nuqsonini $\sigma_{s.d}$ desak, u holda datchikning umumiy ta'sir nuqsoni

$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_{du}^2 + \sigma_{cd}^2} \qquad \text{(XXI. 9)}$$

ga teng deyishimiz mumkin.

Agarda $\sigma_{ok}^2 = \sigma_{og}^2 = \sigma_{yuk}^2 = \sigma_{yug}^2 = \sigma_{du}^2 = \sigma_{sd}^2 = \sigma_{dz}^2 = \sigma_{dz}'^2 = \sigma^2$,

$$\sigma_{mk}^2 = \sigma_{mg}^2 = 3\sigma^2$$

desak,

$$\left.\begin{aligned} \sigma_K &= \sigma\sqrt{6} = 2{,}45\sigma, \\ \sigma_g &= \sigma\sqrt{6} = 2{,}45\sigma, \\ \sigma_d &= \sigma\sqrt{2} = 1{,}41\sigma \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XXI.10)}$$

kelib chiqadi.

O'z navbatida σ_{kp} – quyosh pechini yig'ishda konstruktiv va texnologik jarayonlardan kelib chiqadigan xatolik yo'l qo'yarli Δ chekidan kichik bo'lishi kerak, ya'ni

$$\alpha\sigma_{KP} < \Delta. \qquad \text{(XXI. 11)}$$

Agarda σ_{kp} ni tashkil etuvchi nuqsonlar normal taqsi-

motga ega desak, u holda avvaldan belgilangan P ishonchlilik koeffitsiyenti quyidagi tenglamani yechish orqali hisoblanadi:

$$2\Phi(\alpha) = P. \qquad \text{(XXI. 12)}$$

Buning uchun normalangan Laplas funksiyasi $\Phi(\alpha)$ jadvalidan foydalanishimiz mumkin, unda $P = 0{,}90;\ 0{,}95;\ 0{,}99$ bo'lgan hollarda

$\alpha = 1{,}64;\ 1{,}96;\ 2{,}58$ bo'ladi. (XXI) ni hisobga olib,

$$\sigma_{KP} = \sigma\sqrt{14} = 3{,}7\sigma$$

deyishimiz mumkin. Unda

$$3{,}7\sigma < \frac{\Delta}{\alpha} \qquad \text{(XXI.13)}$$

bo'ladi. Agarda loyihalash ishlarida $P = 0{,}95/\alpha = 2$ deb olsak,

$$\left.\begin{aligned} \sigma_k &\le 0{,}33, \\ \sigma_g &\le 0{,}33, \\ \sigma_d &\le 0{,}19 \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XXI.14)}$$

bo'ladi.

(XXI.7), (XXI.8) ifodalarda σ_{mk}, σ_{dz} va σ_{mg}, σ'_{dz} larni korrelatsion bog'langan deb faraz qilsak, unda

$$\sigma_k = \sqrt{\sigma_{ok}^2 + \sigma_{mk}^2 + \sigma_{dz}^2 + \sigma_{yuk}^2 + 2r_k\sigma_{mk}\sigma_{dz}},$$

$$\sigma_g = \sqrt{\sigma_{og}^2 + \sigma_{mg}^2 + \sigma_{dz}'^2 + \sigma_{yug}^2 + 2r_g\sigma_{mg}\sigma'_{dz}}.$$

(XXI.14) ni hisobga olib,

$$\left.\begin{aligned} \sigma_k &= \sigma\sqrt{6 + 3{,}5r_k}, \\ \sigma_g &= \sigma\sqrt{6 + 3{,}5r_g}, \\ \sigma_d &= \sigma\sqrt{2} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XXI.15)}$$

ni yozishimiz mumkin, unda r_k, r_g korrelatsiya koeffitsiyentlarini $r_k = r_g = 1$ desak,

$$\sigma_{kp} = \sigma\sqrt{21} = 4{,}6\sigma\,. \qquad \text{(XXI.16)}$$

$P = 0{,}95$; $\alpha = 2$ bo'lgan holda

$$\left.\begin{aligned} \sigma_k &< 0{,}34\Delta, \\ \sigma_g &< 0{,}34\Delta, \\ \sigma_d &< 0{,}15\Delta \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XXI.17)}$$

bo'ladi.

(XXI.14) va (XXI.17) ifodalarni solishtirsak, uncha katta farq yo'qligini ko'ramiz, demak, σ_{mk}, σ_{dz} va σ_{mg}, σ'_{dz} lar orasidagi korrelatsion bog'liqlikni hisobga olmasak ham bo'ladi.

(XXI.14) tengsizlik asosida quyidagini yozishimiz mumkin:

$$\sigma_{kp} \le 0{,}5\Delta\,. \qquad \text{(XXI.18)}$$

Agarda Δ ni konsentrator fokal tekisligida hosil bo'ladigan eng kichik quyosh nuri aksining radiusini uchdan biriga teng desak (ya'ni $\Delta = \frac{R}{3}$), u holda (XXI.14), (XXI.17) ifodalarni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\left.\begin{aligned} \sigma_k &\le 0{,}11, \\ \sigma_g &\le 0{,}11, \\ \sigma_d &\le 0{,}06, \\ \sigma_{kp} &\le 0{,}17. \end{aligned}\right\} \qquad \text{(XXI.19)}$$

$\sigma_{kp} = 3{,}7\sigma$ ekanligini hisobga olsak,

$$\sigma = 0{,}04R\,,$$

bundan quyidagi tashkil etuvchi nuqsonlarni topishimiz mumkin:

$$\sigma_{ok} = \sigma_{og} = \sigma_{yug} = \sigma_{yuk} = \sigma_{du} = \sigma_{sd} = 0{,}04R,$$
$$\sigma_{mk} = \sigma_{mg} = 0{,}08R. \qquad \text{(XXI.20)}$$

Agarda parabolaid shaklidagi quyosh nurini to'plovchi oynali qurilmaga ega bo'lgan quyosh pechining fokal tekisligida hosil bo'ladigan eng kichik quyosh nuri aksining radiusi R = = 28 mm bo'lsa,

$$\sigma_{ok} = \sigma_{og} = \sigma_{yug} = \sigma_{yuk} = \sigma_{du} = \sigma_{sd} = 1{,}3 \text{ mm},$$
$$\sigma_{mk} = \sigma_{mg} = 2{,}24 \text{ mm}$$

bo'ladi

Bunga asosan:

$$\sigma_k \le 3{,}1 \text{ mm},$$
$$\sigma_g \le 3{,}1 \text{ mm},$$
$$\sigma_d \le 1{,}7 \text{ mm}$$

bo'ladi.

Quyosh elektrostansiyalari. Quyosh elektrostansiyalarida energiyani to'plashda turli oynalardan qaytgan quyosh nurini ustma-ust tushirish prinsipidan foydalaniladi.

Quyosh elektrostansiyasi umumiy holda quyidagi elementlardan iborat bo'ladi (129-rasm): geliostat — *1*, issiqlik qabul qiluvchi — *2*, issiqlik energiyasini saqlash tizimi — *3*, avtomatik boshqaruv tizimi — *4*, optik datchiklar — *5* va elektr generatori — *6*.

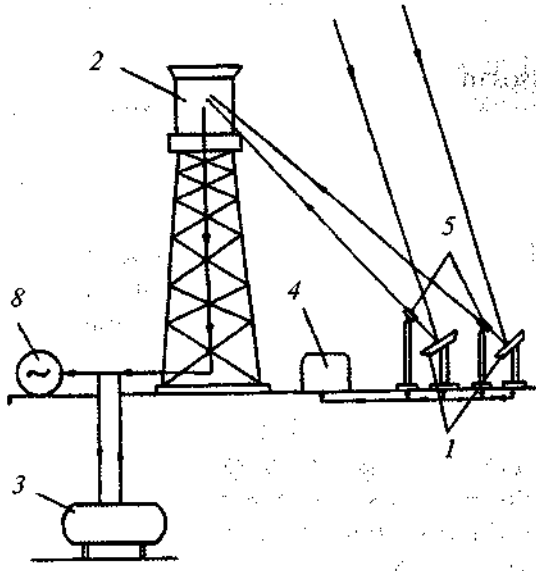
Quyosh energiyasining elektr energiyasiga aylanish jarayoni quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

quyosh nurini birlamchi qabul qilish quyosh harakatini avtomatik ravishda kuzatib turuvchi alohida geliostatlar yordamida amalga oshiriladi. Geliostatlar avtomatik boshqaruv tizimi yoki datchiklar signaliga binoan qaytgan nurlarni bug' gene-

ratori ekraniga yo'naltiradi. U yerda to'plangan quyosh energiyasi bug' generatori va turbinalar yordamida elektr energiyasiga aylanadi.

Mavjud elektr stansiyalari tajribasi shuni ko'rsatadiki, qaytaruvchi yuza va qabul qilish maydoni quyosh elektr stansiyalarining quvvatini aniqlovchi asosiy parametr hisoblanadi.

Ularning ortishi bilan quyosh elektr stansiyalarining quvvati ortib boradi. Lekin qaytaruvchi yuza maydonining ortishi, elektr stansiyalar qurilishi va undan foydalanish harajatlarining ortishiga olib keladi. Qabul qilish maydoni o'lchamini ham cheksiz kattalashtirish mumkin emas, negaki bu holda quyosh nurini to'plash kamayadi.



129-rasm.

Bundan shunday xulosaga kelish mumkin, quyosh elektr stansiyalarini barpo etishda, tizimning energetik quvvatini inobatga olganda chekliga emas, balki maqbul qiymatga erishishga intilish kerak.

Shunday qilib, zamonaviy oynali to'plash tizimlari fan va texnikaning dolzarb va istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanib, murakkab optik elementlar yig'indisidan tashkil topgan. Bunday tizimlarni barpo etish yangi va original yechimlarni tadbiq etishni talab etadi.

93-§. Noyob inshootlar qurilishidagi geodezik ishlarning o'ziga xosligi

Noyob inshootlar o'qlarini joyga ko'chirish va uning qismlari hamda alohida qurilish konstruksiyalarini rejalashga bog'liq bo'lgan barcha injener-geodezik ishlar ham boshqa inshootlar uchun bajariladigan usullar va asboblar bilan amalga oshiriladi.

Bu ishlar quyidagi bosqichlardan iborat:

1) geodezik ishlarni bajarish loyihasini tuzish;
2) tayanch geodezik tarmoqni barpo etish;
3) rejalash tarmog'ini barpo etish;
4) inshootning o'qlari va alohida nuqtalarini ko'chirishda bajariladigan rejalash ishlari;
5) geodezik o'lchashlar nazoratini amalga oshirish;
6) bajarilgan qurilish-montaj ishlarini ijroiy planga olish;
7) bino va inshootlar cho'kishi va siljishini kuzatish.

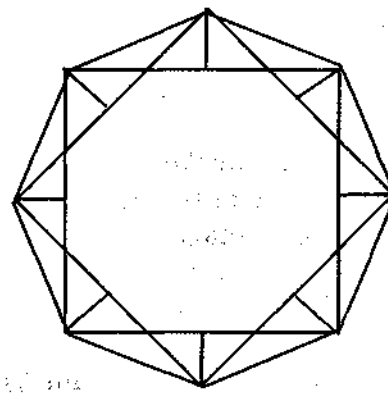
Amaliyotda noyob inshootlarni geodezik ta'minlashda, asosan, quyidagi tarmoq turlari ishlatiladi:

1) markaziy tizim — tarmoq punktlarining holati markazdan radial usulda o'lchanadi. Bunday tarmoq uchun to'ldiruvchi tarmoq barpo etishning zaruriyati bo'lmaydi. Markaziy tizimlar yer yuzasida quriladigan inshootlar va kichik hajmdagi yer osti inshootlari uchun keng tarqalgan;

2) markaziy radial-halqali tizim. Bu tizimda punktlar holati ikki bosqichda aniqlanadi: markaziy punktdan inshootning halqali perimetri bo'ylab joylashgan punktlargacha o'lchashlar orqali va inshoot perimetri bo'ylab poligonometriya yo'li o'tkazish orqali;

3) inshoot perimetri bo'ylab poligonometriya yo'li ko'rinishidagi halqali tizim. Hozirgi paytda bunday tarmoqlar sifatida o'tkir burchakli (3° atrofida) va balandliklari o'lchangan cho'zinchoq uchburchakli tarmoqlar (130-rasm) ishlatilmoqda.

Balandliklarni o'lchash, bunday uchburchaklarda bevosita burchak o'lchashni almashtiradi, bu esa o'z o'rnida tashqi muhitning noqulayligi hisobiga burchak o'lchashga bo'lgan ta'sirini sezilarli darajada yo'qotadi.



130- rasm.

Ma'lumki [10], burilish burchagini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi cho'ziq uchburchak tomonlarini o'lchash xatoligiga bog'liq emas. Shuning uchun, bunday tarmoqlarni tenglashtirishni odatdagi poligonometriya tarmoqlari kabi amalga oshirish maqsadga muvofiq.

Rejalash tarmoqlarini loyihalashda geodezik ishlar aniqligi noyob inshoot turi uchun tegishli qurilish me'yorini hisobga olgan holda belgilanadi. Rejalash tarmog'i mikrotriangulatsiya, mikrotrilateratsiya, poligonometriya, geodezik kesishtirish, diagonalsiz to'rtburchak va boshqa usullarda, balandlik tarmog'i esa geometrik nivelirlash usulida barpo etiladi.

Noyob inshootlarda ko'pincha rejalash tarmog'i shakli inshoot shaklini takrorlashi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Rejalash tarmoqlarini loyihalashda, ular qurilish jarayonida yo'qolib ketmasligi va bir biridan ko'rinib turishi e'tiborga olinadi.

Qurilish ishlarining u yoki bu turi tugagandan so'ng ijroiy plan olinadi va unga asosan mavjud bo'lgan loyihadan chetlanishlar aniqlanadi.

Noyob inshootlar qurilishida cho'kish va siljishni kuzatib borish qat'iyan ravishda talab etiladi.

Agarda planli-balandlik asos tarmoqlari imkon boricha rejalash tarmoqlari bilan ustma-ust tushsa, u holda yuqori aniqlikdagi va tezkor montaj ishlari bajarilishi mumkin.

Odatda, noyob inshootlarni montaj qilish va ulardan foydalanishda, ularning shakliga bog'liq holda, planli va balandlik asos tarmoqlari to'g'ri chiziqli stvor, radial-halqali va halqali tizimdan iborat bo'lishi mumkin.

Markaziy tizim uchun asos punktlar sonining minimal bo'lishi, inshoot o'lchamiga, tunnel yoki halqa eniga bog'liq bo'ladi va quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$N_{\min} = \frac{\pi(R + b + \Delta)}{\sqrt{(2R - b)\cdot(b - 2\Delta)}},$$

bu yerda: $\pi = 3{,}14$;

R – tunnel yoki halqaning ichki radiusi;

b – tunnel yoki halqa eni;

Δ – geodezik belgining tashqi devordan siljish qiymati.

Markaziy tizim ko'rinishidagi radial tarmoqlar uchun o'lchanadigan radiuslar soni n, aylana radiusini topish aniqligi m_R, radial o'lchashlar m_l ga bog'liq. O'lchanadigan radiuslar soni quyidagicha hisoblanadi:

$$n = \frac{4m_l^2}{m_R^2}.$$

Radial-halqa shaklidagi tarmoqlar ko'proq nisbatan katta bo'lmagan halqali tezlatgichlar va radioteleskoplar barpo etishda qo'llaniladi. Gamburg va Yerevandagi elektron tezlatgichlar, „PATAH-600" radioteleskopi, GERN tezlatgichi, katta Pulkovskiy radioteleskopi, Toshkent teleradiominorasi shular jumlasidandir.

Halqa shaklidagi geodezik tarmoqlar, odatda, katta o'lchamdagi halqasimon tezlatgichlarda barpo etiladi. Bunday tarmoqlar Brukxeynven milliy laboratoriyasida (AQSH), Serpuxov tezlatgichida tuzilgan.

94-§. Yuqori aniqlikdagi injener-geodezik o'lchashlarda qo'llaniladigan usullar va asboblar

Yuqori aniqlikdagi masofa o'lchashlar. Noyob injener-geodezik ishlarda yuqori aniqlikda masofa o'lchashning uchta usuli qo'llaniladi: o'lchash jezlalarini (tayoq) qo'llash, invar sim va tasmalar yordamida, optik-elektron asboblar qo'llash.

O'lchash jezlalari, odatda, uzunligi 8—10 m gacha bo'lgan tayanch tarmoqlarda va chiziq bo'laklarini, masalan, texnologik qurilmalarning bazaviy nuqtalarini tayanch tarmoqlar punktlari bilan bog'lashda qo'llaniladi. Masofa o'lchashda asbob uch martadan ko'p qo'yilmagan holatlarda yuqori ish unumdorligiga erishiladi. Ayniqsa, uzunligi 4 m gacha bo'lgan masofalarni o'lchashda jezlalarni qo'llash maqsadga muvofiq. Jezlalar kengayish koeffitsiyenti kichik bo'lgan materiallardan (invar, kvars, sital) tayyorlanadi.

Jezlalarni komporirlash (uzunligini taqqoslash) ИЗМ rusumli o'lchov mashinalarida yoki optik-mexanik komporatorlarda bajariladi. Turli konstruksiyadagi jezlalardan foydalanish tajribasi ko'rsatdiki, ular 0,005 dan 0,03 mm gacha aniqlikda o'lchashni ta'minlashi mumkin. Jezlalarni qo'llash mehnat unumdorligini sezilarli darajada oshiradi.

Katta uzunlikdagi chiziqlar invar sim va tasmalar yordamida o'lchanadi.

Invar sim va tasmalar asosan tayanch tarmoq tomonlarini o'lchashda qo'llaniladi. Bunda o'lchash aniqligini oshirish maqsadida sim uzunligi o'lchanayotgan chiziq uzunligiga teng bo'lishi yoki u o'lchanayotgan chiziqqa qoldiqsiz qo'yilishiga harakat qilinadi. O'lchov simlarini bo'lak qiymati 0,2 mm bo'lgan shishali shkalalar bilan ta'minlash maqsadga muvofiq.

Tayanch tarmoqlarda oraliq chiziqli o'lchashlarni bajarishda quyidagi shartlarga e'tibor berish kerak:

1) chiziqli o'lchashning barcha sikllarida ham bitta, boshlang'ich sikldagi asbob-uskunalarni qo'llash va ularning har safar ham bir xilda o'rnatilishiga rioya qilish kerak;

2) har bir obyektda o'lchov asbobini komporirlashda bitta etalondan foydalanish talab etiladi.

Bu shartlarni bajarish, tarmoq punktlari holatini yuqori aniqlikda topish imkonini yaratadi.

Serpuxov tezlatgichi qurilishidagi 24 m li oraliqlarni o'lchash tajribasi ko'rsatdiki, bu usuldagi masofa o'lchashlar o'rta kvadratik xatoligi 40 μm ni tashkil etdi [10]. Lekin invar sim bilan o'lchash ancha qiyin jarayon hisoblanadi.

O'lchangan masofa uzunligi quyidagi ifoda yordamida hisoblanadi:

$$L = L_0 + (a - a_0) + L_0\alpha \cdot (t - t_0) + L_0\beta \cdot (t^2 - t_0^2) + L_0\gamma \cdot (t^3 - t_0^3) ,$$

bu yerda: L_0 – silindrik moslama o'qlari orasidagi masofa;

a_0 – komporirlashdagi mikrometr vinti bo'yicha olingan sanoq;

a – o'lchash vaqtidagi mikrometr vinti bo'yicha olingan sanoq;

α, β, γ – invar simning harorat koeffitsiyenti;

t_0 – simning komporirlash paytidagi harorati;

t – masofa o'lchash davridagi simning harorati.

Yuqori aniqlikda masofa o'lchashda invar simning haroratini hisobga olish bosh xatoliklar manbayidan biri hisoblanadi. Odatda, invar sim harorati sifatida havo harorati

o'lchanadi. Lekin invar sim harorati atrof muhit haroratidan farq qiladi va bu farq o'lchash sharoiti o'zgarishi bilan o'zgarib boradi. Ular orasidagi farq +3,5° atrofida bo'ladi.

Invar simlar bilan o'lchashda simning uzunligini aniq bilmaslik sezilarli xatoliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Hozirgi paytda bu asboblarni etalonlashda optik-mexanik va interferensiyali komporatorlar qo'llanilmoqda.

Optik-mexanik komporator uzunligini 3 yoki 4 m li invar yoki platina jezlalari yordamida aniqlanadi. Interferensiyali komporatorlar uzunligi optik usulda aniqlanadi.

Interferensiyali komporatorning asosiy qismlari – kollimator va qarash trubasi o'lchash uzunligining chekka qismi va hisob olish mikroskoplaridan iborat.

Masofa o'lchashning optikaviy-elektron usuli. Uzunligi 50 m dan katta bo'lgan yoki inshootlarni qurish va ulardan foydalanishda ixtiyoriy uzunlikdagi chiziqlarni masofadan turib o'lchash zaruriyati tug'ilganda masofa o'lchashning optik-elektron usulini qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Hozirgi kunda masofalarni optik-elektron usulda o'lchashning uchta usuli mavjud: impulsli, chastotali va fazali. Shu bilan birga ushbu usullarning qo'shma impulsli-fazaviy va chastotali-impulsli turlari mavjud.

Masofa o'lchashning barcha ma'lum bo'lgan usullarida elektromagnit to'lqinlarining to'g'ri chiziqli tarqalishi tamoyilidan foydalaniladi.

Odatda, elektromagnit to'lqinlarini tarqatuvchi va ularni qabul qiluvchi qismlari birlashtirilgan, masofa esa qaytaruvchi nishongacha o'lchanadi. Bu holda tarqatilgan to'lqinning dalnomerdan qaytaruvchi nishongacha borib qaytishi uchun sarflangan vaqt quyidagicha hisoblanadi:

$$\tau = \frac{2D}{v} = \frac{2Dn}{c}; \qquad \text{(XXI. 21)}$$

bu yerda: D – dalnomer va qaytaruvchi orasidagi masofa;

c – yorug'likning vakuumdagi tezligi;

n – havoning sinish ko'rsatkichi.

Ma'lumki, elektromagnit to'lqinning barcha yo'l bo'ylab tarqalish tezligi bir xil bo'lmaydi, uning yo'nalishi esa to'g'ri chiziqdan iborat bo'lmaydi. Agarda v – qiymatni elektromagnit to'lqin tarqalishining o'rtacha qiymati deb qabul qilsak, yuqorida keltirilgan nisbat haqiqatga yaqin bo'lishi mumkin.

Tadqiqotlar [11] ko'rsatdiki, qulay sharoitlarda bajarilgan o'lchash ishlarida havoning sindirish ko'rsatkichini aniqlash xatoligini quyidagi qiymatgacha keltirish mumkin:

$$\frac{\Delta n}{n} = 1 \cdot 10^{-6}.$$

(XXI.21) ifodadan ko'rinib turibdiki, dalnomerning ideal holatida va $\Delta\tau = 0$ bo'lganda, dalnomer xatoligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta D = \frac{D}{c}\Delta c - \frac{D}{n}\Delta n$$

yoki, o'rta kvadratik xatolikka o'tilsa,

$$m_D = D\sqrt{\frac{m_c^2}{c^2} + \frac{m_n^2}{n}}, \qquad \text{(XXI. 22)}$$

bu yerda: m_D – masofa o'lchash o'rta kvadratik xatoligi;

m_c – elektromagnit to'lqinining vakuumda tarqalish tezligini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi;

m_n – o'rta sindirish ko'rsatkichini aniqlash o'rta kvadratik xatoligi.

Ma'lumki, yorug'likning vakuumdagi tarqalish tezligi $1 \cdot 10^{-7}$ dan oshmagan nisbiy xatolikda aniqlanadi. Darhaqiqat, masofani o'lchash xatoligi asosan sindirish ko'rsatkichining

o‘rtacha qiymatini hisoblash aniqligi va dalnomerning texnik jihatdan taraqqiy etganligiga bog‘liq.

Yuqorida aytilgan xatoliklarni hisobga olib, quyidagicha yozish mumkin:

$$m_D = (1{,}5 \div 2)D \cdot 10^{-6}. \qquad \text{(XXI. 23)}$$

Masofalarni yuqori aniqlikda o‘lchashda yorug‘lik to‘lqinini qo‘llashning afzallik tomonlari quyidagilardan iborat:

1. Masofa o‘lchashda radioto‘lqinlar qo‘llanilganda, yer yuzasi va u yerda joylashgan to‘siqlardan qaytgan radioto‘lqinlar sezilarli ta’sir qiladi. Yorug‘lik esa tarqalib ketishi va yutilish xususiyati sababli, bu holat o‘lchash aniqligiga ta’sir etmaydi.

2. Havo namligi o‘zgarishi ta’sirida vujudga keladigan sinish ko‘rsatkichini hisobga olish radioto‘lqinlar uchun yorug‘likka nisbatan 100 marta qo‘polroq bo‘ladi.

3. Yorug‘lik nurini kollimatsiyalash radioto‘lqinga nisbatan sezilarli darajada oson amalga oshiriladi.

Ushbu uchta asosiy kamchiliklar radioto‘lqinni tashuvchi sifatida qo‘llashni chegaralaydi.

Optik elektron asboblar. EltaS10, EltaS20 elektron taxeometrlari. Carl Zeiss Jena firmasi tomonidan ishlab chiqilgan elektron taxeometrlar EltaS10 va EltaS20 eng oxirgi texnikaviy yangiliklarni o‘zida mujassamlashtirgan (131-rasm). Bu rusumdagi taxeometrlar servoprivod bilan ta’minlangan va dala ishlarini bajarish uchun ular robotlashtirilgan kompyuter stansiyalari hisoblanadi. S seriyadagi taxeometrlar asosini 486 ta protsessor tashkil etadi. Ular 4 ta variantdagi dastur bilan ta’minlanishi mumkin.

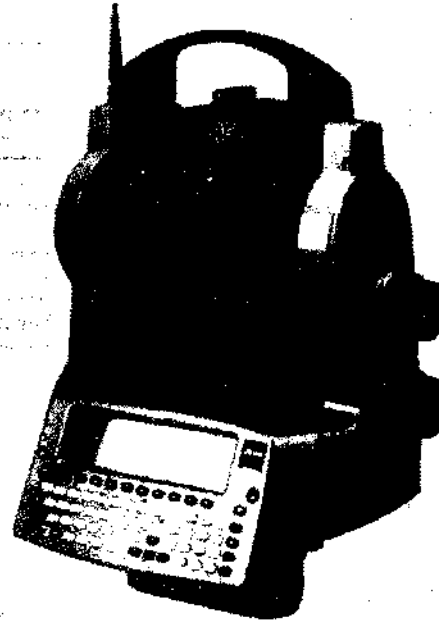
1. Basic: loyiha fayllarini tashkil etadi, asbobni sozlash va to‘g‘irlash, lokal tizimda o‘lchash, redaktor, ma’lumotlarni uzatish.

2. Expert: Basic ga qo‘shimcha – asbobni stansiyaga bog‘lash (teskari kesishtirish), boshlang‘ich punktga bog‘lash,

balandlik bo'yicha bog'lash, joyni topografik planga olish, rejalash ishlari, bazisga nisbatan siljishni aniqlash.

3. Professional: Basic va Expert ga qo'shimcha – poligonometriya, koordinatalarni hisoblash, chiziq va yoylarni kesishtirish, qo'shni chiziqlar orasidagi masofa, maydonlarni hisoblash.

4. Special: Basic: Expert va Professionalga qo'shimcha – chiziqli inshootlarni trassalash, triangulatsiya, uch o'lchovli fazoda ishlash.



131-rasm.

– Bundan tashqari S seriyadagi taxeometrlar qo'shimcha vazifasiga binoan 4 ta kategoriyaga bo'linadi:

1. Point: Search Light (yorug'lik nurining aksi bo'yicha vizirlash nishonini tez qidirish), Pasition Light (vizirlash yo'nalishini lazer yordamida ko'rsatish).

2. Track: Pasition Light, Fine Lock (qarash trubasiga o'rnatilgan va uning holatini avtomatik ravishda qaytarishda

qaytgan signalga binoan o'rnatadigan datchik kuzatuvchining xatosini to'liq bartaraf etadi).

3. Arc: Pasition Light, Fine Lock, Recliuk-S (taxeometrni masofadan turib boshqaruvchi pult).

4. Spase: Pasition Light, Fine Lock, Recliuk-S, Quick Lock (vizirlash nishonining aylanasimon datchigi. Bir vaqtning o'zida bitta taxeometr bilan 6 tagacha reyka ko'taruvchi ishlashi mumkin).

9-jadvalda Elta S10 va Elta S20 rusumli elektron taxeometrlarining texnik tavsifnomalari berilgan.

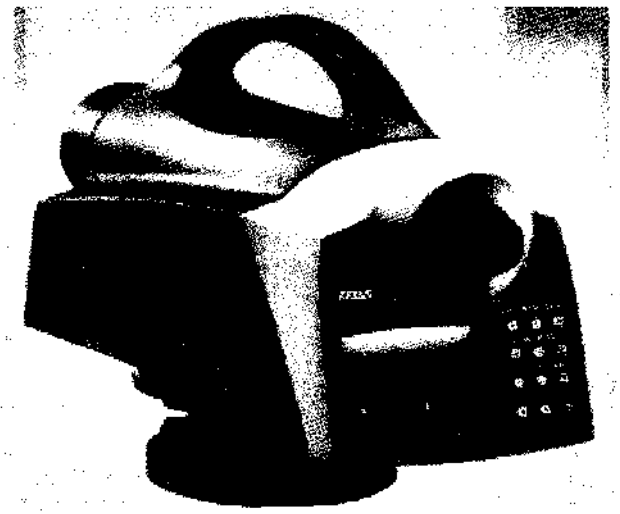
9-jadval

Texnik tavsifnomalar	**Elta S10**	**Elta S20**
1	**2**	**3**
Aniqligi:		
Burchak o'lchash	1,0"	2,0"
Masofa o'lchash	1 mm + 2 mm/km	2 mm + 2 mm/km
Qarash trubasi:		
Kattalashtirish darajasi	30×	
100 m uchun ko'rish maydoni	2,2 m	
Vizirlashning eng kichik masofasi	1,5 m	
O'lchash uzoqligi:		
Bitta prizmada	2500 m	
Uchtalik prizmada	3500 m	
O'lchash davomiyligi:		
Standart	< 4 sekund	
Trassalash ("trening" rejimida)	0,5 sekund	

1	2	3
Kompensator		
Turi	Ikki o'qli	
Kompensatsiyalash diapazoni	± 3'	
Displey		
Turi	CGA grafik (320×80 piksel)	
Ko'rinishi	40 simvoldan 8 qator	
O'qish tili	Inglizcha	
Boshqa ma'lumotlar	Ko'rinishni avtomatik sozlash	
Klaviatura		
Ko'rinishi	TO'LIQ ALFAVIT-RAQAMLI QWERTY	
Ma'lumotlarni yozib olish		
Ichki yig'uvchi	3000 qator ma'lumotlar	
Tashqi yig'uvchi	8000 qator ma'lumotlar (kartaIMV)	
Akkumulator		
Turi	NiMH	
Hajmi	3,5 Ah	
Ichki harorati diapazoni	− 20°C dan 50°C (harorat vabosimning avtomatik datchigi)	
Og'irligi (batareya bilan)	8,1 kg dan 8,7 kg gacha	

Sarl Zeiss firmasida ishlab chiqarilgan DiNi 12, DiNi 12T va DiNi 22 (132-rasm) nivelirlarning yangi avlodi hisoblanadi. Bu nivelirlar avtomatik ravishda kodli reykalardan sanoqni o'qib olish, bajarilgan o'lchashlarni nazorat qilish hamda tenglashtirish ishlarini bajarish xususiyatiga ega. Ular yordamida nisbiy balandliklarni va yelka uzunligini elektron

usulda o'lchash va otmetkalarni hisoblashni amalga oshirish mumkin. Avtomatik ravishda xatoliklarni aniqlash va tuzatmalar kiritish hisobiga qayta o'lchash zaruriyati istisno bo'ladi.



132-rasm.

Avtomatik rejim bilan birga, odatdagidek, oddiy shashkali reykadan sanoq olish orqali o'lchashni amalga oshirish mumkin. Avtomatik o'lchashlar uchun vizir chizig'idan yuqoriga va pastga 15 sm dan bo'lakli reyka kesimi kifoya bo'ladi. Ko'pmartali o'lchashlar natijalarining o'rtacha qiymati ham avtomatik ravishda bajariladi. Bu asboblarning o'ziga xoslik tomondaridan biri, ularda ma'lumotlarni 256 kV dan 8 MV gacha hajmdagi PCMCIA xotira kartasiga yozib olish imkoniyati mavjud. DiNi 22 asbobida ma'lumotlarni yozish ichki xotirada amalga oshiriladi. Uning hajmi 2200 ma'lumotlar qatori bo'lib, u turli xil masalalarni yechishda to'liq imkoniyatga ega. DiNi rusumdagi raqamli nivelirlar avval uzilib qolgan o'lchashlarga qaytishga imkon beradi.

Asbobda alfavit-raqamli nomerlar, nuqtalar kodlari va qo'shimcha ma'lumotlar kiritish imkoniyati mavjud.

Bu asbob bilan bitta o'lchashga 3 sekund vaqt ketadi. Bu rusumli nivelirlar qo'llanilganda ish unumdorligi 50% ga oshadi.

10-jadvalda DiNi 12, DiNi 12T, DiNi 22 rusumdagi raqamli nivelirlarning texnik tavsifnomasi keltirilgan.

10-jadval

Texnik tavsifnomalar	**DiNi 12**	**DiNi 12T**	**DiNi 22**
1	**2**	**3**	**4**
Aniqligi			
1 km uchun ikkilangan yo'l xatosi			
Elektron o'lchashlar: – invarli kodli reyka	0,3 mm	0,3 mm	0,7 mm
– buklanadigan kodli reyka	1,0 mm	1,0 mm	1,3 mm
Ko'z bilan chamalab o'lchashlar: – buklanadigan reyka	1,5 mm	1,5 mm	2,0 mm
O'lchashlar diapazoni			
Elektron o'lchashlar: – invarli kodli reyka	1,5–100 m		
– buklanadigan kodli reyka	1,5–100 m		
Oddiy o'lchashlar: – buklanadigan reyka	1,3 m dan		
Masofa o'lchash aniqligi			
Taxeometrik rejim: – invarli kodli reyka		0,5D×0,001 m	
– buklanadigan kodli reyka		1,0D×0,001 m	

1	2	3	4
Elektron o'lchashlar: – invarli kodli reyka	20 mm	20 mm	25 mm
– buklanadigan kodli reyka	25 mm	25 mm	30 mm
Ko'z bilan chamalab o'lchashlar: – buklanadigan reyka	0,2 mm	0,2 mm	0,3 mm
Eng kichik elektron hisob			
nisbiy balandlik	0,01 mm		
elka uzunligi	1,0 mm		
Reykadan elektron sanoq olish vaqti	3 s	3 s	2 s
Burchak o'lchash vaqti		0,3 s	
Qarash trubasining kattalashtirish darajasi	32×	32×	26×
Kompensator			
Kompensatsiyalash diapazoni	± 15'		
O'rnatish aniqligi	± 0,2"	± 0,2"	± 0,5"
Ishlash rejimi			
Standrat ishlar	Alohida nisbiy balandlikni aniqlash Nivelirlash yo'llari, piketlarni nivelirlash (maydonli, ko'ndalang kesim va boshqalar) Yo'lni tenglashtirish (DiNi 12, DiNi 12T)		
Qo'shimcha ishlar	Rejalash ishlari Taxeometriya, koordinatalarni aniqlash		

Nazorat savollari

1. Qanday inshootlar noyob inshootlar deyiladi?
2. Zaryadlangan zarralarni tezlatgichlar nima maqsadda quriladi?
3. Zaryadlangan zarralarni tezlatgichlarni loyihaviy holatda o'rnatish aniqligiga bo'lgan talablarni ayting.
4. Minorasimon inshootlar sanoat inshootlaridan nimasi bilan farq qiladi?
5. Minorasimon inshootlar og'ishini aniqlash xatolik cheki qanday ifodalanadi?
6. Yuqori haroratli gelioqurilmalar nima maqsadda quriladi?
7. Quyosh nurini to'plash prinsipini izohlab bering.
8. Gelioqurilmalarni foydalanilishiga qarab, qanday yo'nalishlarga bo'lish mumkin?
9. Quyosh pechlarining asosiy vazifalari nimalardan iborat va uning ishlash tamoyili qanday?
10. Quyosh pechlarining asosiy elementlari nimalardan iborat?
11. Quyosh pechi elementlarini yig'ishdagi asosiy xatoliklar nimalardan iborat?
12. Quyosh elektrostansiyasining asosiy elementlari nimalardan iborat?
13. Quyosh elektrostansiyasining ishlash tamoyilini izohlab bering.
14. Noyob inshootlarni qurishdagi geodezik ishlarning o'ziga xosligi nimalardan iborat?
15. Noyob inshootlarni geodezik asoslashda qanday tarmoq turlaridan foydalaniladi?
16. Radial-halqa shaklidagi tarmoqlar qanday holatlarda qo'llaniladi?
17. Noyob inshootlarni qurishdagi yuqori aniqlikdagi masofa o'lchash usullarini aytib bering.
18. O'lchash jezlari qaysi holatlarda qo'llaniladi?
19. Inversil va tasmalar bilan masofa o'lchash qanday hollarda amalga oshiriladi. O'lchash tartibini tushuntirib bering.
20. Masofa o'lchashning optik-elektron usuli qaysi hollarda qo'llaniladi va qanday usullarga bo'linadi?
21. Masofa o'lchashda qanday optik-elektron asboblar qo'llaniladi, ularning aniqliklari qanday?
22. Raqamli nivelirlarning afzalliklari nimalardan iborat?
23. Elektron taxeometrlar qanday dasturlar bilan ta'minlangan?

Tayanch so'zlar: *noyob inshootlar, zaryadlangan zarralarni tezlatgichlar, minorasimon inshootlar, radioteleminoralar, radio-teleskop, reflektor, gelioqurilma, gelioenergetika, fokuslash, sferik oynalar to'plami, quyosh pechlari, quyosh elektrostansiyalari, geliostat, konsentrator, yo'naltiruvchi dotchik, avtomatik boshqaruv tizimi, elektr generatori, markaziy tizim, radial-halqali tizim, o'lchash jezlalari, inver sim, tasma, komporirlash, Serpuxov tezlatgichi, optik elektron usul, impulsli, chastotali, fazoli, elektron taxeometr, raqamli nivelirlar avtomatik rejim, invarli kodli reyka.*

ADABIYOTLAR

1. *Левчук Г.П., Новак В.Е., Лебедев Н.Н.* Прикладная геодезия: Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений М., Недра, 1983.

2. Высокоточные геодезические измерения для строительства и монтажа Большого Серпуховского ускорителя /Под. Ред. Н. Н. Лебедова./ М.,Недра,1968.

3. *Лебедев Н.Н.* Курс инженерной геодезии. М., Недра, 1974.

4. Техническая инструкция по производству метрополитенов и тоннелей. М., Минтрансстрой, 1970.

5. *Вейнберг В.Б.* Оптика в установках для использования солнечной энергии. М., 1969, 233 стр.

6. *Даффи Дж.А.* Тепловые процессы с исползованием солнечной энергии. М., Мир, 1977, 414 стр.

7. *Захидов Р.А.* Теория и расчет гелиотехнических концентрирующих систем. Т., Фан, 1978, 184 стр.

8. *Авчиев Ш.К.* Разработка методов и средств геодезического обеспечения при наладке концентратов солнечной энергии. Автореф. канд. дисс. М., 1991, 22 стр.

9. *Avchiyev Sh.K., Nazarov B.* Yuqori aniqlikdagi geodezik ishlar. O'quv qo'llanma. T., 2003, 83 bet.

10. *Большаков В.Д., Клюшин Е.Б., Васютинский И.Ю.* Геодезия. Изыскания и проектирование инженерных сооружений: Справ. пособие, М., Недра, 1991, 238 стр.

11. *Даниленко Т.С.* Геодезические работы при создании комплексов инженерных объектов. М., Недра, 1995, 223 стр.

12. *Муравьев А.В., Гойдышев Б.И.* Инженерная геодезия. М., Недра, 1982, 459 стр.

13. *Зайцев А.К., Марфенко С.В.* Геодезические методы исследования деформаций сооружений. М., Недра, 1991, 272 стр.

14. Курс инженерной геодезии. Учебник для вузов. / Под. Ред. В.Е. Навака-М., Недра, 1989, 730 стр.

15. *Клюшин Е.Б. и др.* Инженерная геодезия. М., Высшая школа. 2000, 464 стр.

16. *Toshpo'latov S.A., Avchiyev Sh.K., Kovalev N.V.* Oliy geodeziya. O'quv qo'llanma. T., TAQI, 2002, 73 bet.

17. *Toshpo'latov S.A., Avchiyev Sh.K.* Sferoidik geodeziya. T., TAQI, 2002, 173 bet.

18. *Do'smuxamedov M.Y.* Muxandislik geodeziyasi. T., TAQI, 1998, 271 bet.

19. *Avchiyev Sh.K., Toshpo'latov S.A.* Injenerlik geodeziyasi. O'quv qo'llanma. 1-qism. T., TAQI, 2000, 89 bet.

20. *Avchiyev Sh.K., Toshpo'latov S.A.* Injenerlik geodeziya. O'quv qo'llanma. 2-qism. T., TAQI, 2000, 83 bet.

21. *Avchiyev Sh.K., Toshpo'latov S.A.* Amaliy geodeziya. O'quv qo'llanma. 1-qism. T., TAQI, 2002, 88 bet.

22. *Avchiyev Sh.K., Toshpo'latov S.A.* Amaliy geodeziya. O'quv qo'llanma. 2-qism. T., TAQI, 2002,87 bet.

MUNDARIJA

So'zboshi 3

UMUMIY MA'LUMOTLAR

1-§. Amaliy geodeziya fani va uning vazifalari 4
2-§. Amaliy geodeziyaning qisqacha rivojlanish tarixi va uning hozirgi davr qurilishidagi roli 5
3-§. Amaliy geodeziyaning boshqa fanlar bilan munosabati 7

BIRINCHI QISM. INJENER-GEODEZIK ISHLARNING ASOSIY TURLARI

I bob. Planli injener-geodezik tarmoqlar

4-§. Tarmoqlar turlari va ularning aniqligiga bo'lgan talablar 9
5-§. Tarmoqlar aniqligini hisoblash usullari va ularni barpo etish pog'onalari 11
6-§. Triangulatsiya tarmog'i loyihasining aniqligini baholash 14
7-§. Poligonometriya tarmog'i loyihasi aniqligini baholash 17
8-§. Chiziqli-burchak tarmoqlarini tadbiq etish 20
9-§. Geodezik qurilish to'ri 24

II bob. Balandlik injener-geodezik tarmoqlar

10-§. Balandlik asos tarmoqlarining vazifasi va ularning aniqligiga bo'lgan talablar 29
11-§. Balandlik tarmoqlari loyihasi aniqligini baholash 30

III bob. **Topografik-geodezik qidiruv**

12-§. Yirik masshtabli planlarning umumiy tavsifi 34
13-§. Planda o'lchash aniqligi 37
14-§. Yer osti kommunikatsiyalarini planga tushirish 40

IV bob. **Chiziqli inshootlarni trassalash**

15-§. Trassa va trassalash haqida umumiy tushuncha 44
16-§. Kameral trassalash 49
17-§. Joyda trassalash 53
18-§. Qayrilmalarni mukammal rejalash 58

V bob. **Geodezik rejalash ishlari**

19-§. Rejalash ishlari haqida umumiy ma'lumotlar 65
20-§. Rejalash ishlari aniqligi 67
21-§. Rejalash ishlari elementlari 71
22-§. Asosiy o'qlarni rejalash usullari 77
23-§. Mukammal rejalash usullari 84
24-§. Loyihani geodezik tayyorlash 88
25-§. Asosiy rejalash ishlari 91

VI bob. **Qurilish konstruksiyalari va texnologik qurilmalarni geodezik o'rnatish va tekshirish**

26-§. Montaj ishlariga geodezik tayyorgarlik 96
27-§. Qurilish konstruksiyalarini planli o'rnatish va tekshirish usullari 101
28-§. To'g'ri chiziq bo'ylab o'rnatishning yuqori aniqlikdagi usullari 106
29-§. Konstruksiyalarni balandlik bo'yicha o'rnatish 113
30-§. Konstruksiyalarni tik o'rnatish va tekshirish usullari 121

VII bob. **Ijroiy plan olishlar. Bosh ijroiy planlar tuzish**

31-§. Ijroiy plan olishlar 128
32-§. Ijroiy bosh planlarni tuzish 131

VIII bob. **Inshootlar cho'kishini aniqlashning geodezik usullari**

33-§. Inshootlar deformatsiyasi haqida umumiy ma'lumotlar 134
34-§. Katlovan tagi bo'rtishini va cho'kish voronkasi o'lchamlarini aniqlash 137
35-§. Cho'kishni kuzatish belgilarini joylashtirish 138
36-§. Inshootlar cho'kishini aniqlash 142
37-§. Cho'kishni kuzatishning geodezik aniqligi. Cho'kishni bashorat qilish 148
38-§. Cho'kishni gidrostatik va trigonometrik nivelirlash usulida aniqlash 151

IX bob. **Inshootlar gorizontal siljishini o'lchash**

39-§. Siljishni o'lchash uchun o'rnatiladigan belgilarni joylashtirish 153
40-§. Stvor o'lchash usulida gorizontal siljishni aniqlash 156
41-§. Stvor kuzatishning sxemalari va dasrurlari 159
42-§. Inshootlar siljishini chiziqli-burchaklar tuzish usulida aniqlash 165
43-§. Bino va inshootlarning vertikal og'ishi (kren) va yorilishini kuzatish 168
44-§. O'pirilishni kuzatish 173

IKKINCHI QISM. **TRANSPORT VA SANOAT INSHOOTLARI QURILISHIDA BAJARILADIGAN GEODEZIK ISHLAR**

X bob. **Avtomobil va temiryo'llarni loyihalash va qurishda geodezik ta'minlash**

45-§. Yo'l qidiruv ishlari 176
46-§. Yo'l trassasini tiklash 178
47-§. Yo'l ko'tarmasini rejalash 179

48-§. Avtomobil yo'llarida virajlar 182
49-§. Serpantinalar 184
50-§. Avtomobil yo'llaridagi tutashma va kesishmalarni rejalash 188
51-§. Temiryo'l izlarining qo'shilishlari va parklarni rejalash 191

XI bob. Ko'prik orqali o'tish joylaridagi geodezik ishlar

52-§. Suv havzalari orqali o'tish 196
53-§. O'tish joylarini planga olish 197
54-§. Ko'prik orqali o'tish joylari uzunligini aniqlash 198
55-§. Balandlik asosini barpo etish. Suv to'sig'idan balandlikni uzatish 201
56-§. Ko'prikni rejalash asosi 205
57-§. Ko'prik tayanchlari markazini rejalash 211

XII bob. Magistral quvuro'tkazgichlar va elektr uzatgichlarni qurishda bajariladigan qidiruv va rejalash ishlari

58-§. Quvuro'tkazgichlarni qurishdagiqidiruv ishlari 113
59-§. Quvuro'tkazgichlarni qurishdagi rejalash ishlari 115
60-§. Elektr uzatgich trassasi tarmog'ini tanlash 116

XIII bob. Aeroportlar qurilishida bajariladigan geodezik ishlar

61-§. Aerodrom maydonlaridagi qidiruv ishlari 219
62-§. Aeroport maydonida geodezik asoslash tarmog'ini barpo etish 222
63-§. Aerodrom maydonini planga olish 223
64-§. Trassalash ishlari 224

XIV bob. Sanoat maydonlarida bajariladigan qidiruv va rejalash ishlari

65-§. Maydonni tanlash va topografik planga olish 228

66-§. Sanoat maydonlarida geodezik asoslash tarmo'ini barpo etish 229

XV bob. **Gidrotexnik inshootlar qurishda bajariladigan geodezik ishlar**

67-§. Daryoning bo'ylama profilini tuzish 233
68-§. Suv omborlarida bajariladigan geodezik ishlar 236
69-§. O'zanlarni planga olish 238
70-§. Gidromeliorativ qidiruv ishlari 241
71-§. Magistral kanallarni qurishdagi qidiruv ishlari 245

XVI bob. **Gidrouzellarni qurishda bajariladigan geodezik ishlar**

72-§. Gidrouzellar. Ularni rejalash 250
73-§. Gidrouzel qurilishini geodezik ta'minlash 252

XVII bob. **Tunnel trassasini geodezik asoslash**

74-§. Tunnellarni barpo etish va loyihalash usullari 255
75-§. Tunnelni geodezik asoslash sxemasi 258
76-§. Plan va balandlik asosini barpo etishdagi yo'l qo'yiladigan xatolikni hisoblash 260
77-§. Geodezik asosning turli bosqichlaridagi o'lchashlar aniqligining hisobi 266

XVIII bob. **Tunnel loyihasini analitik hisoblash**

78-§. Tunnel trassasining plandagi va profildagi asosiy elementlari 273
79-§. Trassa piketlarining koordinatalarini hisoblash 275

XIX bob. **Yer osti geodezik asosini oriyentirlash**

80-§. Yer osti asosini oriyentirlash usullari 278
81-§. Oriyentirlashning birlashtiruvchi uchburchaklar usuli 282
82-§. Yer osti geodezik asosini giroteodolit yordamida oriyentirlash 288

83-§. Ikki shaxta usulida oriyentirlash 291
84-§. Yerning ustki qismidan yer osti ishlariga balandlik uzatish 295

XX bob. Yer osti ishlab chiqarishida bajariladigan geodezik ishlar

85-§. Yer osti poligonometriyasi 299
86-§. Tunnel o'qlarini rejalash 300
87-§. Tunnelning yig'ma qoplamalarini yotqizishda bajariladigan geodezik rejalash ishlari 303
88-§. Tunnellarda temiryo'llar yotqizishda bajariladigan geodezik ishlar 305
89-§. Metropoliten stansiyalari va yer osti inshootlari qurilishida bajariladigan geodezik ishlar 307
90-§. Yer osti inshootlarini qurishda va ulardan foydalanish davrida deformatsiyani kuzatish 310

XXI bob. Noyob inshootlar qurilishida va ulardan foydalanishda bajariladigan yuqori aniqlikdagi geodezik ishlar

91-§. Noyob inshootlar haqida qisqacha ma'lumotlar 313
92-§. Quyosh pechi elementlarini yig'ishdagi tashkil etuvchi nuqsonlarning dastlabki hisobi 320
93-§. Noyob inshootlarni qurishdagi geodezik ishlarning o'ziga xosligi 327
94-§. Yuqori aniqlikdagi injener-geodezik o'lchashlarda qo'llaniladigan usullar va asboblar 330

Adabiyomlar 343

Avchiyev Shuhrat Qurbonboyevich

AMALIY GEODEZIYA

Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik

„VORIS-NASHRIYOT" MCHJ
Toshkent – 2010

Muharrir *N. Gaipov*
Musahhih *K. To'rayev*
Kompyuterda sahifalovchi *N. Ahmedova*

Original-maketdan bosishga ruxsat etildi 6.09.2010. Bichimi 60×841/16. Kegli 11,0 shponli. Tayms garn. Bosma tabog'i 22,0. Shartli b.t. 20,5. 500 nusxada bosildi. Buyurtma №

„Voris-nashriyot" MCHJ. Toshkent, Shiroq ko'cha, 100.

26.12
A24

Avchiyev, Sh. K.

Amaliy geodeziya/Sh. K. Avchiyev; O'zR oliy va o'ra-maxsus ta'lim vazirligi. – T.: Voris, 2010. - 352 b.

ББК 26.12я722

ISBN 978-9943-375-32-1

«Voris-nashriyot»