

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Т. Тұяқбаев, С. Солтабаева,
Ж. Нукарбекова, Ы. Жақыпбек.

ИНЖЕНЕРЛІК ГЕОДЕЗИЯ

Оқулық

Алматы, 2013

ӘОЖ 528 (075.8)

КБЖ 26.12 я73

И 59

*Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің «Оқулық»
республикалық ғылыми-практикалық орталығы бекіткен*

Пікір жазғандар:

Ж. Д. Байгурын – техника ғылымдарының докторы, профессор;

Т. П. Пентаев – техника ғылымдарының докторы, профессор;

Д.Ж. Бастаубаева – техника ғылымдарының кандидаты.

И 59 **Инженерлік геодезия: Оқулық./Т. Тұяқбаев, С. Солтабаева, Ж. Нукарбекова, Ы. Жақыпбек.** – Алматы: ЖШС РПБК «Дәуір», 2013. – 320 бет.

ISBN 978-601-217-390-1

Оқулықта “Геодезия және топография негіздері”, «Құрылыс-монтаж өндірісіндегі геодезиялық жұмыстар» “Инженерлік геодезия” пәндерінен оқу жоспарларына сәйкес топогеодезиялық және инженерлік құрылыс кездеріндегі жұмыстардың барлығы дерлік толық қамтылған.

Оқулық техникалық жоғары оқу орындарының құрылыс, геодезия, картография, жерге орналастыру және жер кадастры мамандықтарының бағдарламасына сай жазылған.

Оқулықты құрылыс, геология, геофизика, тау-кен істері мамандарының толық пайдалануына болады.

ӘОЖ 528(075.8)

КБЖ 26.12 я73

ISBN 978-601-217-390-1

© Тұяқбаев Т. және т.б., 2013

© ҚР Жоғары оқу орындарының
қауымдастығы, 2013

КІРІСПЕ

Қазіргі кезде құрылыс өндірісінде индустрациялау жоғарғы деңгейге жеткен. Индустрациялау әдісімен салынатын құрылыс-монтаждау көлемі өсіп, даму үстінде. Көбінесе ғимараттар мен құрылыстарды құрама, құрама-темір-бетонды конструкциялардан салу; құрылыс машиналары және монтаждау жабдықтарының жаңа, тиімді, өндірімді түрлері іске қосылуда.

Мемлекет басшысының Қазақстан халқына Жолдауын құрылыс өндірісінде тиімді іске асыру үшін, уақтылы ең аз шығынмен жаңа қуат көздерін, тұрғын үйлерді, заводтар мен фабрикаларды және әртүрлі инженерлік құрылыстарды (гидроқұрылыстар, темір, тас жолдар, т.т.), сонымен бірге жобалық және құрылыс-монтаждау жұмыстарының сапасын арттыру керек.

Сонда құрылыс-монтаждау өндірісінде қолданбалы геодезияның маңыздылығы өсе түседі де, ондағы істелетін жұмыстарға қойылатын геодезиялық өлшем дәлдіктерінің талаптары артады. Мұндағы ерекше орын алатын геодезиялық жұмыстар – құрылыс құрамаларын жобалық жағдайға дұрыс келтіріп орнату, яғни геодезиялық әдістермен құрамаларды жасау және монтаждау кездерінде жіберілген қателіктерді уақтылы анықтап, түзетіп отыру. Құрылыстағы геодезиялық жұмыстарды дұрыс бағаламау, анықталған қателіктерді дер кезінде жойып, орнына келтірмеу құрылыс-монтаждау жұмыстарының сапасын төмендетіп немесе үлкен шығынға әкеп соғады (құрылысты қайта салу, жобалық жағдайға келгенше түзету, адам өміріне туатын өндірістік қауіп, т.т.).

Конструкциялардың пландағы орнын, биіктік шамаларын бақылау және оларды тігінен орнату қолданбалы геодезиядағы өте дәл жұмыстарға жатады. Әртүрлі конструкциялардың бір-бірінен салыстыра қарағандағы орналасу алшақтықтары 2 мм аспауы керек. Ақпалы конвейрлер желісі, заводтардағы құйма желілері

(прокатные станы), ядролық физика нысандарын монтаждауда алшақтық 1 мм аспайды.

Осы маңызды жұмыстарды атқару үшін кейінгі жылдары геодезиялық жұмыстарды автоматтандыру, электрондық және лазерлік техникаларды қолдану аясы жетілдіруде.

Біздің елімізде кешенді құрылыс салу халық шаруашылығының өте күрделі салаларының бірі болып, конституция бойынша республика халқын сапалы тұрғын үй, өндіріс орындарымен, инженерлік құрылыстармен қамтамасыз етуге бағытталған. Президенттің республика жұртшылығына бағыттаған арнауындағы бағдарламаға сай қазіргі таңда әлеуметтік, бағасы арзан құрылыстар салу кездерінде құрылыс мамандарының білімді жаңа заманғы құрал-аспаптарымен, ең озық техника жетістіктерімен қарулануы Жоғары оқу орындарындағы алған теориялық білімдерімен, машықтану істерімен тікелей байланысты.

Құрылыс сапасын арттыруда онда істелетін технологиялық жұмыстардың әдістері мен амалдары геодезиямен тығыз байланысты. Құрылыс-монтаждау жұмыстарының элементтерін жобаға сай дұрыс орнатуда, бақылап отыруда атқарылатын күнделікті, үздіксіз істелетін геодезиялық жұмыстардың әдістері де жетіле түсуді қажет етеді.

Бұл оқулық үш бөлімнен тұрады: 1. “Геодезия және топография негіздері”, 2. “Негізгі инженерлік геодезиялық жұмыстар” және 3. “Құрылыс-монтаждау жұмыстарындағы геодезиялық жұмыстар”. Оқулықты бұлай әдістемелеп бөліп оқыту студенттерге тиімді, себебі құрылыс-монтаждау жұмыстарын геодезиялық істермен қамтамасыз ету бөлімін оқымас бұрын, бұрыштық, ұзындық өлшеу әдістерімен және геодезиялық аспаптармен танысу оқу бағдарламасын сапалы игеруге оң әсер етуі сөзсіз. Оқулықты игеру студенттердің өз беттерімен құрылыс алаңдарында геодезиялық жұмыстарды орындауға, қадалап дамытуға мүмкіндік береді.

«Құрылыс»-5B072900, «Архитектура»-5B072000, «Геодезия және картография»-5B071100 мамандықтарының Жоғары оқу Білім стандарттары негізінде оқу жоспарларына, бағдарламаларына сай жазылған.

БІРІНШІ БӨЛІМ ГЕОДЕЗИЯ НЕГІЗДЕРІ

I тарау ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТ

§1.1 Геодезия пәні және оның мазмұны

Геодезия – жер бетінде өлшеу әдістері туралы ғылым. Бұл әдістер инженерлік құрылыстар мен ғимараттарды жобалауда, салуда, осы жұмыстардың картасын, планын және қималарын (профиль) салу үшін, Жердің пішінін, өлшемдерін анықтауда қолданылады. Әртүрлі ғылыми және қолданбалы салаларына байланысты геодезия төмендегідей бірнеше ғылыми салаларға бөлінеді: геодезия немесе топография, жоғарғы геодезия, аэрофототопография, космостық геодезия, қолданбалы (инженерлік) геодезия.

Геодезия немесе топография – Жердің кішігірім бөлігінде түпкілікті өлшемдер жүргізу арқылы оның карта немесе планын құрастырумен шұғылданады. Осы жұмыстардың жиынтығын *топографиялық түсіріс* деп атайды.

Жоғары геодезия – Жердің пішіні және оның сыртқы гравитациялық көлемін (бетін) геодезиялық, гравиметриялық және астрономиялық өлшемдер жүргізу арқылы анықтау, сонымен бірге Жер серіктерінің жылжуын бақылап отыру. Жер серіктерінің пайда болуы *космостық геодезия* саласының пайда болуына әсер етті.

Аэрофототопография – Жер бетінде аэрофототүсірістер арқылы оның картасын немесе планын құрастырумен шұғылданатын ғылым.

Инженерлік (қолданбалы) геодезия – өндіріс орындарын, гидротехникалық, көлік-жол қатынастарын жобалауда, ізденіс жұмыстарында геодезиялық өлшем әдістерімен шұғылданатын ғылым.

Геодезиялық теория және іс жүзінде алға қойылған инженерлік есептерді шығаруда математикалық есептеу машиналарының,

астрономияның, геофизиканың, геологияның және де басқа сабақтас ғылымдардағы техниканың соңғы жетістіктері (жоғарғы дәлдікті оптикалық, электронды, жарық, лазерлік теодолиттер, арақашықтық өлшегіштер, нивелирлер, фотограмметриялық аспаптар және де басқа жабдықтар) қолданылады.

§ 1.2. Жер пішіні және оның өлшемдері туралы жалпы түсінік

Жердің жалпы пішіні үшін, ойша материктер астынан жүргізілген, тыныш жағдайдағы мұхит деңгейінің бетін (жазықтығын) түсінеміз. Мұндай жазықтықты *деңгей бет* деп атайды да, осы жазықтықтан кұралған денені *геоид* дейді. Геоид біздің түсінігіміздегі математикалық пішіндердің ешқайсысымен дәл келмейді, бірақ оның бір жетістігі (қасиеті) бар, ол – өзінің кез келген нүктесінде, осы нүкте арқылы түсірілген тіктеуіш сызыққа перпендикуляр болады.

Геодезияда көптеген инженерлік есептерді шығаруда, геоид бетін эллипсоидтың айналуынан пайда болатын (жердің кіші осі айналасында) бет ретінде қабылдайды. Жер денесі ішінде, эллипсоид белгілі шамаларымен анықтала орналасып, геоид пішініне барынша жақындай түседі де, оны *референц-эллипсоид* деп атайды.

Жер эллипсоиды келесі шамалармен өрнектеледі: a – үлкен жарты ось; b – кіші жарты ось және α – полярлық қысылым

$(\alpha = \frac{a-b}{a})$. Жер эллипсоидының шамалары соңғы рет, үлкен

дәлдікпен Ресей ғалымдары Ф. Н. Красовский, А. А. Изотовтардың басқаруымен астрономо-геодезиялық және гравиметриялық бақылау негізінде 1942 жылы анықталған. Осы ізденіс жұмыстарының нәтижесінде $a=6\ 378\ 245\ м$; $b=6\ 356\ 863\ м$; $\alpha=1:298,3$. Жер эллипсоидының қысыңқылығына қарап, үлкен дәлдікті керек етпейтін жұмыстарда, Жер пішінін радиусы $6371,11$ метр шар ретінде қабылдауға болады.

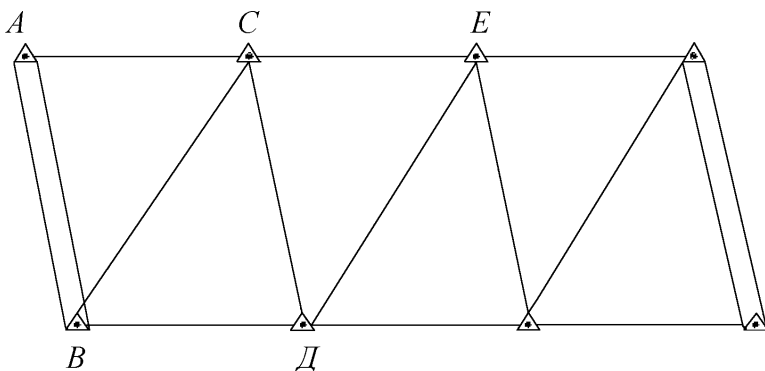
§ 1.3 Жалпы Мемлекеттік тірек торлары

Кеңістікте (жер бетінде) пландық және биіктік орналасулары геодезиялық жолмен анықталып, тірек қосындарынан тұратын, кең байтақ еліміздің барлық территориясын қамтитын геодезиялық торлар – *Мемлекеттік геодезиялық торды* құрайды. Бұл Мемлекеттік геодезиялық тор *пландық* және *биіктік* болып екіге бөлінеді.

Пландық геодезиялық торлар триангуляция, трилатерация, полигонометрия және осы әдістердің құрама түрлерімен құрылады.

Биіктік геодезиялық торлар геометриялық нивелирлеу әдісімен құрылып, *Мемлекеттік нивелирлік торды* құрайды. Пландық және биіктік торлар дәлдігіне байланысты төрт класқа бөлінеді.

Триангуляция төменгі ретпен құрылады. Жер бетінде A, B, C нүктелерін бір-бірінен жақсы көрініп тұратындай етіп бекітеді (1-сурет). Егер олар бір-бірінен тікелей көрінбесе, олардың үстіне арнаулы белгілер орнатады. Бұл белгілерді *пирамида* немесе *белгі* (сигнал) дейді. Әрі қарай ABC үшбұрышының бір қабырғасының ұзындығын (мысалы, AB қабырғасын алайық) және барлық ішкі бұрыштарын өлшейді. AB қабырғасын *базистік* қабырға деп атайды.



1-сурет. Триангуляциялық тор

Тригонометриялық формулаларды пайдаланып AC және BC қабырғаларының ұзындықтарын есептейді. BC қабырғасының ұзындығы, іргелес ішкі бұрыштары өлшенетін BCD үшбұрышын

шешуде қолданылуы мүмкін. Соңында, үшбұрыштар тізбегінің барлығы математикалық өңдеуден өтеді.

ТМД елдерінің барлық территорияларын қамтитын Мемлекеттік триангуляциялық тор төрт класқа бөлінеді.

1-класты триангуляциялық тор Жердің пішінін және өлшемдерін анықтау, ғылыми жұмыстар және кең байтақ территориямызда бірыңғай координаталар жүйесін дамыту үшін құрылады да, келесі деңгейдегі триангуляциялық торлар класын құрудың негізі болып есептеледі. Геодезиялық тор периметрі 800-1000 шақырымдық полигон, пішіні үшбұрышты немесе полигонометриялық тізбектер ретінде мүмкіндігінше меридиандар мен параллельдердің ұзынабойымен құрылады. Тізбектер ішіндегі қабырғалар ұзындығы 20 *шқ* кем болмауы керек.

2-класты триангуляциялық тор 1-класты триангуляциялық полигондар ішін толтыратын үшбұрышты, тізбек торлардан тұрады. 2-класты триангуляция тор қабырғаларының ұзындықтары 7 – 20 *шқ* дейін болуы мүмкін. 2-класстық триангуляциялық торлар 3 және 4-класты торларды құруға негіз болады.

3 және 4 класты триангуляция тор қабырғаларының ұзындықтары ретімен 5-8 *шқ* және 2-5 *шқ* болып келетін торлар тізбегін құрайды да, өзінен дәлдігі жоғары триангуляциялық тор қосындарымен түйісіп жатады. Құрылыс орындарында, өндіріс және ірі гидрокұрылымдардың алаңдарында құрылатын триангуляциялық торларды құрудың әртүрлі тәсімдері болуы мүмкін, ал олардың қабырға ұзындықтары 0,5-5 шақырымнан аспайтын тізбектерден тұрады.

Трилатерация – триангуляциялық әдістермен құрылады да, өзгешелігі – олардың бұрыштары емес, әр үшбұрыштың барлық қабырғаларының ұзындықтары жоғары дәлдікті арақашықтық өлшегіштермен (сәуле, лазерлік, радио-қашықтық өлшегіштер) өлшенеді.

Полигонометрия әдісінде, геодезиялық торларды қисық сызқты жүрістермен құрады да, оны *полигонометриялық жүріс* деп атайды. Полигонометриялық жүрістерде қабырғаларының ұзындықтарын және жүріс бағытымен бұрыштарын өлшейді.

I және II класты нивелирлік торлар топографиялық түсірістер мен инженерлік-геодезиялық жұмыстардың негізі болып есептеледі. *I* класты нивелирлік торды темір және автомобильдік

жолдар бойымен тұйық полигон немесе жеке жүрістер ретінде құрады. II класты нивелирлік торды, I класты торлардың қосындары арасында жүргізеді, ал олар болмаған жағдайда жеке жүріс ретінде құрады.

III класты нивелирлеу, I және II класты Мемлекеттік торды дамыту үшін оның ішінде жүргізіледі де, ол топографиялық түсірістердің биіктік негізі болып есептеледі және әртүрлі инженерлік есептерді шығаруда пайдаланылады.

IV класты нивелирлеу III класты нивелирлеу торын жиілету үшін құрылады және инженерлік-геодезиялық есептерді шығаруда кеңінен қолданылады. Нивелирлік жүрістер өзінен класы жоғары нивелирлік торлар қосындарымен түйісіп отырады немесе өз бетімен тұйық полигон құрайды.

ТМД елдерінде нүктелер (маркалар және реперлер) биіктігі Кронштад футштогінің нөлдік деңгейінен бастап есептеледі. Футшок деп Кронштадтағы Айналма канал (Обводной канал) жағасына гранитпен бекітілген мыс тақтаға сызылған шкаланы айтады.

Бақылау сұрақтары:

1. Геодезия ғылымы немен шұғылданады?
2. Жердің пішіні қандай?
3. Триангуляциялық тор дегеніміз не?
4. Биіктік торы дегеніміз не?
5. Маркалар мен реперлердің қандай түрлері болады?
6. Реперлер қалай бекітіледі?
7. Теңіз деңгейі дегеніміз не?
8. Триангуляция мен трилатерацияның айырмашылығы неде?
9. Қолданбалы геодезия немен шұғылданады?
10. Полигонометрия дегеніміз не?

II тарау

ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ПЛАНДАР ЖӘНЕ СЫЗБАЛАР

§ 2.1 План, карта және профиль туралы түсінік

План деп кішігірім жер бөлігінің масштабпен сызылған бейнесін айтады. Панда жер бетінің қисықтығы (дөңестігі) еске алынбайды, яғни жер беті жазықтық ретінде қабылданады.

Жер бетінің үлкен аймақтарын немесе барлық жер бетін қағаз бетіне кескіндеу, яғни картасын жасау үшін, алдымен оның кіші бөліктерінің планын жасайды. Әрі қарай графикалық жолмен тор көз құрады да, оған жер бетіндегі құрылымдардың сұлбасын және жер бедерін салады. Осындай ретті әдіспен жер бетінің үлкен аймағын қағазға түсіру (бейнелеу) *карта* деп аталады.

Жергілікті аймақты картаға түсіргенде карта беті жазықтыққа емес, сфералық бетке сәулеленеді. Нәтижесінде карта бетіне түсірілген жер сұлбасының, құрылымдардың толық геометриялық ұқсастығы сақталмайды, және де олардың *тұрақты масштабы болмайды*, себебі сфералық бетке жазықтықты жиырылымсыз және оның үзілмелі тұстарын жазып кескіндеу мүмкін емес. Осы кемшіліктер карта мен панның басты айырмашылығын көрсетеді. Панның кез келген тұсында *масштаб тұрақты болады*. Сонымен *карта дегеніміз – Жер бетінің барлық немесе оның аумақты тұсының деңгейлік дөңестігін есепке ала отырып, кішірейтілген, қағазға түсірілген кескіні (бейнесі)*.

Барлық карталар қайда қолданылатынына байланысты *жалпы географиялық және арнаулы* болып екіге бөлінеді.

Жалпы географиялық карталар масштабтарына және толықтықтарына байланысты *шолу* (масштабы 1:1 000 000 кіші) және *топографиялық* болып бөлінеді. Карталар шартты түрде *ірі масштабты* (масштабы 1:100 000 және одан ірі), *орташа масштабты* (1:1 000 000 масштабқа дейін) және *ұсақ масштабты* (масштабы 1:1 000 000 одан ұсақ) болып бөлінеді.

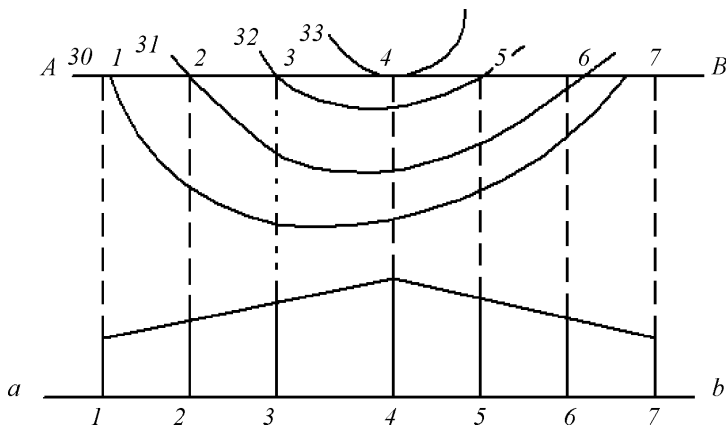
Топографиялық карталар мүмкіндігінше толық, егжей-тегжейлі болып келеді. Олар арқылы инженерлік құрылыстарды жобалау кезінде техникалық есептерді шығаруға және одан жоғары дәлдікті берілімдерді алуға, сонымен бірге оған жо-

балау нәтижелерін салуға болады. Іс жүзінде жобалау және құрылыстарды, құрылыс ғимараттарын салу кездерінде көп қолданылатыны 1:10 000 масштабты карталар. Себебі бұл карталарда планның барлық қасиеттері бар.

Арнаулы карталардың топографиялық карталардан айырмашылығы, мұнда кейбір табиғи құрылымдар түбегейлі түсіріледі (өзен құйылымдары, автожолдар, құнарлы жер қыртысы, өсімдік түрлері, т.т.).

Қолданылуына байланысты карталар сан алуан болады: оқулық, жолаушылық, теңіз картасы және т.т.).

Профиль дегеніміз – жер бетінің тік жазықтықтағы тік қимасы. Мысалы, 2-суреттегі топографиялық планнан *AB* бағытының профилін салу үшін, кез келген *ab* сызығын жүргізіп, оның үстіне пландағы горизонтальдардың осы *AB* сызығымен қиылысқан 1-7 нүктелерін салады. Әрі қарай осы нүктелердің биіктігін, белгілі бір масштабта *ab* сызығына перпендикуляр етіп салады. Перпендикулярлардың ұшар бастарын бір-бірімен қоссақ, осы бағыттың профилі пайда болады.



2-сурет. План арқылы берілген бағыттың профилін салу тәсімі

Сызбаны (профилді) көзге дұрыс елестете алу үшін, перпендикулярларды әлбетте планның масштабынан 10 есе үлкейтіп салады.

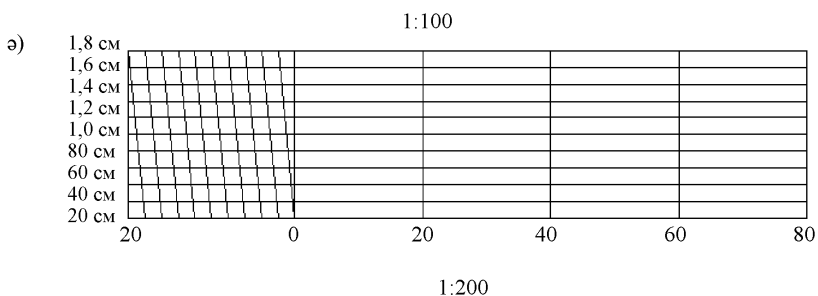
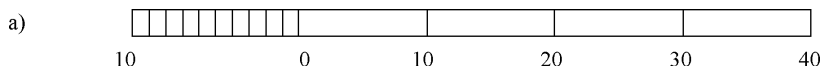
Профил салу инженерлік ізденіс, авто және темір жолдарды, каналдарды, мелиораторлық және гидротехникалық құрылыстарды салуда және т.б. жұмыстарда кеңінен қолданылады.

§ 2.2 Масштабтар

Карта немесе план бетіне кез келген бір жер бетінің кескінін салу үшін, сол аймақты бірнеше рет кішірейту керек (қанша рет кішірейтілетіні беріледі). *Осы кішірейту дәрежесі немесе жер бетіндегі сызықтың оған сәйкес пландағы жазық жазықтықтағы проекциясының қатынасы масштаб* деп аталады.

Масштабтар *сандық және графикалық* (сызықтық және көлденең) болып бөлінеді.

Сандық масштаб кәдімгі қарапайым бөлшек ретінде беріледі, оның алымы бір, ал бөлімі бүтін сан, мысалы 1:1000, 1:2000, 1:5000 және де осыған ұқсас бөлшек сандар. Сонымен, планнан алынған кез келген бөлшектің алымындағы бірлікке, соншама есе кішірейтілген бөлшектің бөліміндегі сан дәл келеді. Сонда, 1:1000 масштабы үшін, пландағы 1 сантиметрге жер бетіндегі 100 сантиметр дәл келеді деген сөз.



3-сурет. Масштабтар. а) сызықтық, ә) көлденең

Жер бетіндегі ұзындық өлшемдер метрмен берілетіндіктен, есептеулерді жеңілдету үшін сандық масштаб келесі ретпен жазылады: 1:1000 масштаб үшін 1 см (сантиметрде) 10 метр бар; 1:5000 масштаб үшін 1 см (сантиметрде) 50 м (метр) бар.

Дегенмен іс жүзінде сандық масштабпен жұмыс істеу ыңғайсыздық тудырады, себебі әр ұзындықты табу үшін соншама есептеулер керек, сондықтан сызықтық және көлденең масштабтарды қолданады.

Сызықтық масштаб дегеніміз – *масштабтың негізі* деп аталатын, үстіне тең бірнеше кесінділер салынған түзу сызық. Пандағы масштаб негізінің ұзындығы бүтін метрлік (шақырымдық) санға тең. 3 а-суреттегі негізі 2 см сызықтық масштаб 1:1000 сандық масштабқа дәл келеді. Сол жақтағы кесінді 10 тең бөлікке бөлінген. Сондықтан бұл бөліктердің оннан бір бөлігі көз мөлшерімен алынады. Сызықтық масштаб ретінде кез келген миллиметрлік бөліктері бар кәдімгі сызғышты пайдалануға болады. Сызғышқа арақашықтық циркуль-өлшегіш арқылы салынады.

Сызғыштан кіші арақашықтықты көзбен жобалап алмас үшін, яғни үлкен дәлдікпен өлшеуде *көлденең масштаб* қолданылады.

Әр 2 см сайын бөлінген сызық үстіне перпендикуляр түсіріп, олардың үстіне бір-біріне тең 10 бөлік салады. Осы бөліктер арқылы масштаб негізіне параллель сызықтар сызады. Сол жақтағы тік бұрыштың төменгі және жоғары сызықтарын тең 10 бөлікке бөледі (2 мм). Әрі қарай жоғары сызықтың сол жақ нүктесін төменгі сызықтың бірінші бөлігімен қосады, ал жоғарғы сызықтың бірінші бөлігін, төменгі сызықтың екінші бөлігімен және осындай жолмен барлығын қосып шығады. Негізі 2 см, осындай жолмен құрылған масштаб *қалыпты көлденең масштаб* немесе *жүздік көлденең масштаб* деп аталады.

Көлденең масштабты пайдалану өте қарапайым, мысалы, 1:2000 (1 сантиметрде 20 метр бар). Көлденең масштаб арқылы арақашықтықты (кіші бөліктерін) сантиметрмен емес, метрмен салуға болады (3 ә-сурет).

Адамның пландағы арақашықтықты қаруланбаған көзбен салу (анықтау) дәлдігі 0,1 мм деп қабылданған. Сондықтан жер бетіндегі сызықтың сол масштабтағы пландағы ұзындығының 0,1 мм, *масштабтың дәлдігі* деп аталады.

§ 2.3 Құрылыс-монтаждау жұмыстарындағы геодезиялық пландар және сызбалар

Карта арқылы арақашықтықты өлшеу қатесі, карта масштабының 0,1 мм шамасындай. Мысалы, 1:200 масштабты сызбаның немесе планның (картаның) дәлдігі 2 см, 1:500 масштабта 5 см, ал 1:1000 – 10 см, т.т.

Планның немесе сызбаның масштабын таңдау кезінде, масштаб дәлдігі іс жүзінде үлкен мағаналы, себебі масштаб арқылы жер бетіндегі құрылымдар өзіне ұқсас пішінді түрде салына ма, әлде кейбірі көлемі аз болғандықтан нүктеге айналып кете ме, соны анықтауға болады.

Құрылыс-монтаждау өндірісінде ірі масштабты (1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000) пландарды және ірі масштабтардағы қадалау сызбаларын пайдаланады. Қадалау сызбалары (разбивочные чертежи) дегеніміз – жер бетіне құрылыстар мен ғимараттардың жобалық берілімдерін жер бетіне түсіру үшін жиі пайдалынатын техникалық құжаттар. Құрылыс пен ғимараттар фундаменттерінің, қабырғаларының, өндірістік және технологиялық жабдықтарының осьтерін осы қадалау сызбалары арқылы, 1:100-1:200 масштабтарда жасалады.

Құрылыс алаңының *Бас жобалау планы* үшін жасалған топографиялық планынан басқа, *орындау түсірісі* деп аталатын сызбаны кеңінен қолданады. Бұл сызбалар құрылыс салу сатыларының бірі біткенше жүргізіледі (шұңқыр, арық және фундамент құрылымдарын қазу, жабу жұмыстарын бақылау, түзету және де басқа жұмыстар). Бұл жұмыстар салынған нысанның (ғимарат немесе құрылыс) соңғы пландық-биіктік жағдайын түсірумен аяқталады. Орындау түсірістері, салынып біткен құрылыс нысанының және оның құрылым элементтерінің нақтылы жағдайын анықтау үшін орындалады.

Бас план (Генеральный план) дегеніміз – барлық жер үсті, жер асты құрылымдары салынған ірі масштабты топографиялық план. Құрылыс алаңының жұмыс жобасы, салынатын құрылыстың көлеміне және не үшін керектігіне байланысты 1:500 немесе 1:100 масштабта құрылады, ал кейбір жеке нысандар өзінің күрделілігіне байланысты 1:200 масштабта салынады.

Орындау түсірісінің нәтижесінде жоба бойынша барлық ғимараттар мен құрылыстар салынған, *орындау түсірісінің Бас планы* құрастырылады. Мұндай план салынған құрылысты пайдалану кезінде пайда болатын барлық жұмыстарды атқаруға, түзетуге септігін тигізеді.

Айта кететін жәйт, ірі құрылыс алаңдарында орындау түсірісін уақтылы атқару қиынға соғады, және де оған кететін

уақыт та аз емес, сондықтан кейінгі кездерде ірі масштабты аэрофототүсірістер қолданылып жүр. Аэрофототүсірістер арқылы фотоплан немесе фототәсілімен құрылып, ол арқылы құрылыс барысын толық қадағалауға болады, әсіресе жер қазу құрылымдары жақсы көрінеді.

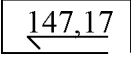
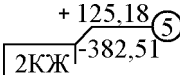

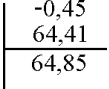


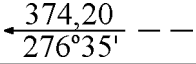
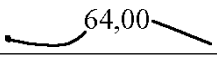
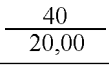
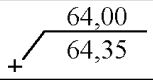
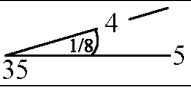
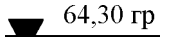
1:5000 және 1:10 000 топографиялық пландарды ірі құрылыстардың техникалық жобалау сатыларында пайдаланады. Мұндай пландар құрылыс мақсатында шолу жұмыстары үшін қолданылады. Олардың бетінде жобаланбақшы және бұрыннан салынған өндіріс орындары, елді мекендер, қатынас жолдары (жалпылама пайдалану және жақын аралық), электр, байланыс желілері, жылумен, сумен қамтамасыз ету, канализация трассалары және басқа да инженерлік тораптар көрсетіледі.

Жер асты, жер үсті инженерлік тораптарын монтаждау және салу үшін ұзынабойлық және көлденең профилдерді пайдаланады. Алдында айтылғандай профиль дегеніміз кез келген бір бағыттың тік жазықтықтағы кішірейтілген қима бейнесі, мысалы, автожол, құбыр желісі, т.с.с. осьтерінің қимасы. Жер бедерінің күрделілігіне және маңындағы құрылыстардың тығыз орналасуына байланысты инженерлік тораптардың ұзынабойлық профилі 1:500 және 1:1000 (ретімен тік масштабтары 1:50; 1:100) масштабтарда салынады. Тік масштабтары жоғарыда көрсетілгендей 10 есе ірі болып келеді (2.1-қосынды қараңыз).

§ 2.4 Геодезиялық план және құрылыс сызбаларын құрудағы шартты белгілер

Топографиялық пландар мен сызбалардың әзірленіп, көрнекі болуына шартты белгілерді дұрыс және көркем орындағанда ғана қол жеткізуге болады. Пландар мен сызбалардағы құрылымдарды жеңіл оқи алу үшін, оған салынған заттар өзінің жер бетіндегі түріне пішіні жағынан ұқсас болуы керек, яғни қандай зат екенін меңзеп тұруы керек. Шартты белгілердің екі түрі (тобы) болады: масштабтық (сұлбалық) және масштабтан тыс.

Шартты белгілер

Эскиздері	Белгінің мәні
	Орнықты ғимарат және оның бірінші қабат еденінің биіктік шамасы
	Нүктелердің реті және координаталары
	Ғимарат бұрышының биіктік шамалары: қызыл; қара.
	Тік жазықтықта тегістелген нивелирлік тор төбелерінің биіктік шамалары: жұмыс істеу; қызыл; қара.
	Тор шаршының ішіндегі үйілген немесе қазылған жер көлемі, м ³
	Қазылатын (қазылған) аудан сұлбасы
	Өтетін жол осының азимуты және қашықтығы
	Қара горизонталь және оның биіктік шамасы
	Мыңдық бөлікпен берілген көлбеулік, бағыты және ұзындығы, м
	Жобаланбақшы бұрыштың бұрылмалы тұсындағы нүкте биіктігі: қара; қызыл
	Темір жол реті, осі, үшкіл реті және темірдің маркасы
	Темір жол рельсінің жоғары жақ биіктік шамасы

Масштабтық шартты белгілер арқылы өз түріне ұқсас, шартты белгісі арқылы оның шамасын және пішінін анықтауға болатын заттарды (жер бетіндегі құрылымдарды) кескіндейді.

Масштабтан тыс шартты белгілер, берілген масштабта оның көлемдік бейнесін салу мүмкін болмаған жағдайда пайдаланылады, себебі берілген масштабта бұл заттар планда көп орын алуы мүмкін.

Планның немесе картаның мазмұнын толық түсіну және оқи алу үшін, қосымша түсініктемелер беріледі. Мысалы, аралас ағашты орманда, ондағы ағаштардың екі басым түрлерінің шартты белгілерін көрсетеді, яғни басым түрінің шартты белгісін сол жағына жазады; өзеннің ағыс бағытын үшкілмен және осыған ұқсас басқа да заттардың ерекшеліктерін түсінік беріп, көрсетіп отырады.

Масштабтан тыс шартты белгілерді сызу кезінде олардың осі тік, заттың және қосындардың центрі оның пландағы жағдайына дәл келуі керек.

Көбінесе шартты белгілерді әртүрлі түспен салады: барлық жер бетіндегі заттар (құрылымдар) және олардың аттары қара түспен; жер бедері (рельеф) – *қоңыр*; су жиектері – *сары-көк*; су арналары – *көк (кобальт түсті)*; отқа берік құрылыс материалдарынан салынған кварталдар және автожолдардың дені – *қоңыр*.

ТМД елдеріндегі қолданылатын шартты белгілер, карталар мен пландарды орындау (кескіндеу) тәртібі, ондағы барлық мекемелер мен ұжымдарына арналып, сондағы тәртіппен іске асуы керек. «Недра» шығармашылығы арқылы жарық көрген “Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500” оқулығы негізінде орындалуы керек. Дегенмен аталған оқулық барлық құрылыс алаңдарындағы инженерлік құрылыстардың және олардың жеке элементтерінің көп қырлылығын толық көрсете алмайды. Сондықтан жобалық, ізденіс және құрылыс-монтаждау жұмыстарында аталған шартты белгілерге қосымша (толықтырылма) ретінде Бас (генаральный план) планды құру, қадалау сызбалары, жер қазу жұмыстарының картограммасы, өндірістік және технологиялық сызбаларындағы қолданылатын шартты белгілерді және де басқа белгілерді пайдаланады. Бас планда қолданылатын кейбір шартты белгілер төмендегі 1.1-кестеде көрсетілген.

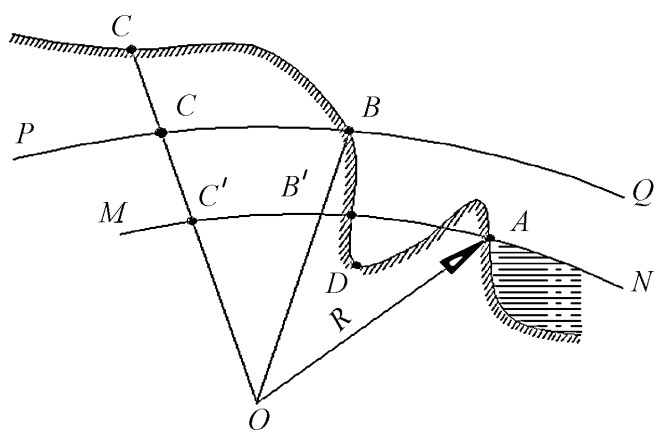
§ 2.5 Рельф және оны кескіндеу әдістері.

Горизонтальдар арқылы план және карталар бойынша инженерлік есептерді шығару

Жер бедері (рельеф) дегеніміз – жер бетінің әртүрлі пішінді құрылымдарының жиынтығы (тау, дала, ой, қырат, т.с.с.). Жер бетіндегі кез келген нүктенің биіктігі олардың абсолюттік неме-

се салыстырмалы биіктігімен сипатталады. Мысалы, 4-суретте MN қисық сызығы, абсолюттік бастапқы (нөлдік) деңгей болып есептелетін дүниежүзілік мұхиттың деңгей беті, яғни барлық абсолюттік биіктік осы деңгей беттен басталып есептеледі.

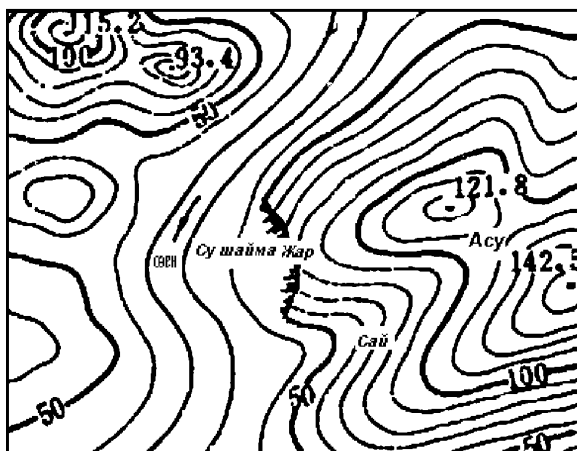
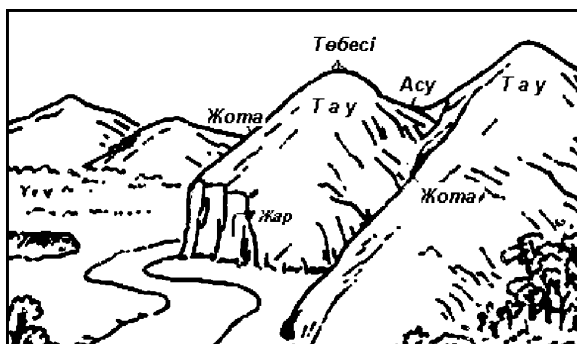
Сонда A нүктесінің абсолюттік биіктігі нөлге тең, ал B және C нүктелерінің биіктігі BB' және CC' кесінділермен анықталады.



4-сурет. Абсолюттік және шартты (салыстырмалы) биіктік шамалары

Бұл кесінділердің сандық мәндері *абсолюттік* немесе *альтitudтық* биіктік шамалары болып есептеледі. Егер нүктенің биіктігі негізгі (бастапқы немесе нөлдік) деңгей беттен басталмай, басқа бір деңгейден анықталатын болса, онда оның биіктік шамасы *шартты биіктік* деп аталады. Мысалы, PQ беті негізгі деңгей бетке (MN) параллель, яғни осы PQ бетінен басталып есептелетін биіктік шама, шартты биіктік болып есептеледі.

Егер абсолюттік биіктік, деңгей беттен жоғары болса, онда ол оң мәнді, ал төмен болса теріс мәнді болады. Мысалы, 4-суретте деңгей беттен жоғары орналасқан B және C нүктелері оң мәнді, ал D нүктесі деңгей беттен төмен орналасқандықтан теріс мәнді болып келеді. *Жер бедерінің (рельефтің) пішіні*. Сыртқы түріне қарап рельеф *пішіні оң* (сыртқа шығыңқы, жазық жазықтықтан жоғары шығып тұрған) және *теріс* (ішке кірген, жазық жазықтықтан төмен орналасқан) болып келеді. Рельефтің оң түріне жататын басты түрлері:



5-сурет. Жер бедерінің сипаттамалы пішінді түрлері

төбе – биіктігі 200 м аспайтын жеке дөңестер;

төбешіктер – биіктіктері 200 м аспайтын күрделі, созылмалы төбешіктер жиынтығы;

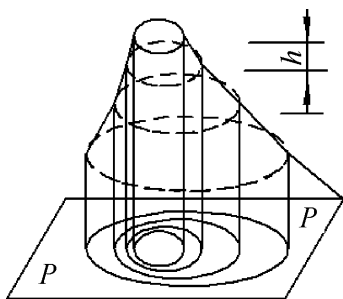
тау – биіктігі 200 м жоғары табаны анық байқалатын, қырлары құлдилаамалы, шығыңқы жер бедері. Таудың *төбесі*, *қыры* және *табаны* деп аталатын белгілері болады;

асу – екі қатар тұрған төбенің немесе таудың арасындағы бел;

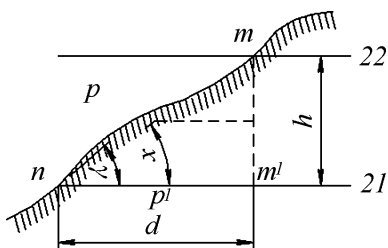
жота – биіктігі 200 м асатын күрделі тау қырлары. Жотаның *су ағар*, *асу*, *екі қыры* және *сайлары* болады;

далаңқай (плато) – жан-жағы таумен қоршалған жоғары орналасқан жазық алаң.

Теріс мәнді жер бедеріне жататын басыңқы рельеф пішіндері:



6-сурет. Жер бедерін горизонтальдармен кескіндеу



7-сурет. Жер бедерінің элементтері

сай – бір бағытта созылмалы, жағалары тік емес, бірте-бірте жазықтыққа айналатын құрылым. Сайддың екі жағасы және суағары болады;

жыра – созылмалы шұңқыр, кейде ұзындығы бірнеше шақырымға жетеді. Сайдан жыраның айырмашылығы, оның жағасы тік, құламалы болады. Жыра біртіндеп кеңейіп, жазықтыққа, яғни еңкіш жағына қарай ашыла береді;

қайраң – өзен ағысынан пайда болған, жағалары әртүрлі пішінді (құлдиламалы немесе көлбеу) ойпат. Табанында көбінесе құмдақ-қайраңдармен толған немесе шөкпе, тұнбалы құмдар орналасқан;

қазан шұңқыр – жер бетінің төмен ойысуынан пайда болған әртүрлі пішінді (төңкерілген кесе немесе қазан және де соған ұқсас) шұңқырлар.

Рельеф түрлерін топтау үшін, 5-суретте олардың бірнеше сипаттамалы түрлері берілген.

§ 2.6 Жер бедерін бейнелеу әдістері

Инженерлік-құрылыс тәжірибесінде жер бедері (рельеф) горизонтальдар немесе биіктік шамаларымен беріліп бейнеленген пландарды пайдаланады.

Рельефті биіктік шамалары арқылы кескіндеу үшін план бетінде жер бетінің айтулы тұстарының (көтерілген және төмендеген тұстарының) жеткілікті биіктіктері болуы керек. Бірақ биіктік шамалары біршама көп болса да рельефтің пішінін және

элементтерін көзге елестетіп, толық сала алмайсыз. Сондықтан инженерлік-геодезия тәжірибесінде биіктік шамалары арқылы кескіндеу әдісін қолдану аясы шектелеген.

Рельефті горизонтальдар арқылы кескіндеу әдісі инженерлік-геодезия тәжірибесінде және картография өндірісінде жетілдірілген, көп қолданылатын әдіске жатады.

Биіктіктері бірдей нүктелерді қосатын (тең биіктікті сызық) сызықты горизонталь немесе изогипс деп атайды. Горизонтальдың қасиетін түсіну үшін су жағасы сызығын көзге елестетсе болғаны, яғни сол жағалық сызықтың барлық нүктесінде биіктік шамалары бірдей.

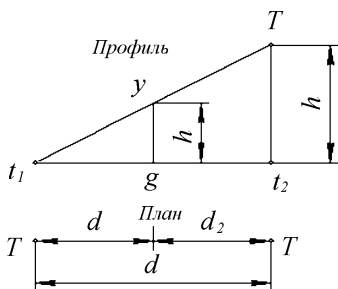
Тік жазықтықтағы горизонтальдар арасындағы арақашықтық қима биіктігі деп аталады. Бұл қима биіктігі әр планға немесе әр картаға тұрақты болады.

Рельефтің мәнін түсіну үшін, 6-суретте конус тәрізді тау тең *h*-арақашықтықтары (биіктігі) арқылы жазық жазықтықтармен қиылып көрсетілген. Сол жазықтықтардың таумен қиылысқан сызығы, жоғарыда аталған горизонтальдар. Тұйықталған горизонтальдар сызықтары *PP* жазықтығына сәулеленген. 7-суретте рельефтің элементтері көрсетілген. Осы суреттегі іргелес екі горизонтальдар арасындағы *d* арақашықтығы *көлбеулік табаны (заложение ската)* деп аталады. Суреттен көлбеулік табаны, *A* және *B* нүктелері арасындағы сызықтың сәулесі екені анық көрініп тұр. Сол көлбеуліктің шамасы *g* әрпімен белгіленіп, жер бетінің көлбеулік шамасын көрсетеді. 7-суреттен төмендегідей теңдеуді жазуға болады,

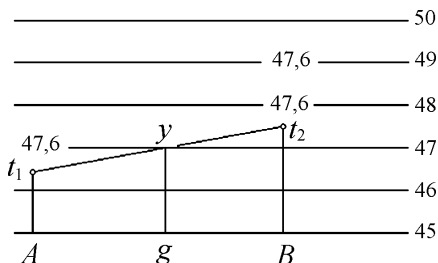
$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{d}, \text{ сонда } d = h \operatorname{ctg} \gamma, \quad (1)$$

яғни, көлбеулік табаны қима биіктігін, көлбеуліктің тангенсіне көбейткенге тең. Көлбеуліктің тангенсі *еңкіштік* деп аталады. План бетінде горизонтальдар арқылы инженерлік есептерді шығару кезінде, горизонтальдардың келесі қасиеттерін еске ұстау керек:

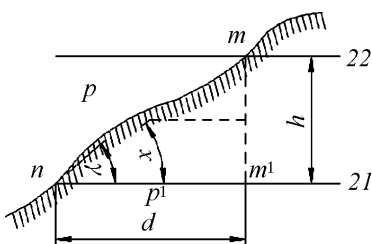
- горизонтальдарды салу тәсімі;
- горизонтальдар үстіндегі барлық нүктелердің биіктіктері бірдей болады;
- план бетінде, биіктік шамалары әртүрлі горизонтальдар бір-бірімен қиылыспайды;



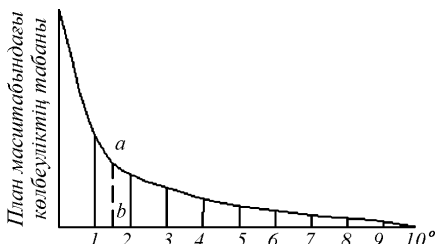
8-сурет. Берілген биіктіктері арқылы



9-сурет. Графикалық жіктеу.



10-сурет. Горизонталдар арқылы биіктіктерді анықтау тәсілі



11-сурет. Көлбеулік табанының масштабы

- іргелес горизонтальдардың бір-бірінен арақашықтығы жер еңкіштігінің шамасын сипаттайды, яғни бір-біріне жақын болған сайын ол жерде еңкіштік шамасы жоғары (құлдиламалы);
- еңкіштік бірқалыпты болса горизонтальдар арасы бір-біріне тең болады;
- түзу еңкішті жазықтық бір-біріне параллель, бірқалыпты горизонтальдар арқылы бейнеленеді.

§ 2.7 План және картадан горизонтальдар арқылы инженерлік есептерді шығару жолдары

Горизонтальдарды биіктік шамалары арқылы бейнелеу. План бетіндегі горизонтальдардың орналасу жағдайлары графикалық жіктеу арқылы анықталады. Мысалы, план бетіне 47,6 және 48,6 м биіктік шамалары белгілі t_1 және t_2 нүктелері салынған (8, 9-суреттер). Қима биіктігі 1 м. Осы екі нүкте арасынан горизонталь өтуі керек. Аталған горизонтальдың биіктігін және ол қай жерден

өтеді, яғни t_1 нүктесінен (немесе t_2) ара қашықтығы қанша екенін анықтауымыз керек.

Жер бедерінің (рельфтің) қима биіктігі 1 м болғандықтан, сонымен бірге t_1 және t_2 нүктелерінің биіктік шамалары, ретімен 47,6 және 48,6 м болғандықтан іздеп отырған горизонтальдың биіктігі 48 м екені өзінен өзі белгілі.

t_1 нүктесінен анықталмақшы горизонтальға дейінгі d_1 арақашықтықтығын ұқсас t_1Q г және t_1Tt_2 үшбұрыштырынан есептеп табамыз

$$d_1 = \frac{h_1}{h} d. \quad (2)$$

$h_1 = 0.4$ м және $h = 1$ м, $d_1 = 0,4d$ болғандықтан d_1 арақашықтығын t_1 нүктесінен салып, аталған горизонталь өтетін g нүктесін табамыз.

Графикалық жолмен бұл инженерлік есепті төмендегі ретпен орындайды (9-сурет). Миллиметрлік қағазға планнан t_1 және t_2 арақашықтығын (AB) салып, ол арқылы биіктігі 45 м горизонталь өтеді деп шартты түрде есептейді. Рельфтің қима шамасын біле отырып, биіктіктері 46 – 50 м горизонтальдарды сызады. A және B нүктелері арқылы перпендикулярлар тұрғызып, оның үстіне t_1 және t_2 биіктік шамаларын салады да, оларды түзу сызықпен қосады. Биіктігі 48 м горизонтальдың t_1t_2 түзуімен қиылысқан Q нүктесін, AB түзу сызығына ауыстырып іздеп отырған g нүктесін табады. Табылған берілімдерді планға ауыстырады.

Горизонтальдарды аналитикалық және графикалық жіктеу әдісі, көбінесе ірі масштабты, рельеф қимасы кіші пландарды жасауда қолданылады. Масштабы 1:10 000 және одан да кіші пландарда жіктеу көз мөлшерімен түсіріс кезінде салынады.

Топографиялық түсіріс кезінде жер беті құрылымдарының ең айтулы тұстарының (нүктелерінің) биіктіктерін анықтайды: төбелердің ұшар бастары, табаны, асу, су ағар жағалары, табаны, т.с.с..

Рельеф қимасы 0,5 м болған жағдайда, әр төртінші горизонталь жуандатылып сызылады, ал рельеф қимасы 1 және 2 м болған жағдайларда әр бесінші горизонталь жуандатылады (жіңішке горизонтальдардың жуандығы 0,1 мм, ал жуандатылған

горизонтальдың жуандығы 0,2 мм). Горизонтальдардың биіктік шамасы жер бетінің ой жағына қаратылып жазылады.

Биіктік шамаларын анықтау. Егер нүкте горизонталь үстінде жатса, онда оның биіктігі сол горизонтальдың биіктігіне тең. 21 және 22 горизонтальдар арасында орналасқан P нүктесінің биіктігі $PP'n$ және $mm'n$ ұқсас үшбұрыштарынан табылады (10-сурет),

$$\frac{x}{h} = \frac{Pn}{mn} \quad \text{немесе} \quad x = h \frac{Pn}{mn}. \quad (3)$$

Сонда P нүктесінің биіктігі $H=2l+x$.

Pn және mn кесінділерінің ұзындықтарын планнан масштабы арқылы өлшейді. $m'n = d$ шамасын жоғарыда айтылғандай көлбеулік табаны деп атайды.

Құлдилама шамасын анықтау (крутизна ската). Құлдилама шамасы көлбеулік бұрышы немесе еңкіштік шамасымен сипатталады.

Горизонтальдары салынған 10-суреттегі планнан i көлбеулік шамасы төмендегі формула арқылы табылады,

$$i = tg\gamma = \frac{h}{d} \quad \text{немесе} \quad d = hctg\gamma, \quad (4)$$

яғни, көлбеулік тангенсі, қима биіктігін көлбеулік табанына бөлгенге тең. Көлбеулік тангенсін біле отырып, тригонометриялық кесте арқылы, сол көлбеуліктің мәнін жеңіл анықтауға болады. Көлбеулік бұрышын немесе еңкіштік шамасын арнаулы *масштаб табаны* деп аталатын графикалық сызба арқылы анықтауға болады (11-сурет). Жазық, түзу сызық үстіне көлбеуліктің бұрыштық мәндері жазылған, тең бөліктерге бөледі. Осы бөліктерден перпендикуляр тұрғызып, олардың үстіне планның масштабы бойынша 4-формуламен анықталған көлбеулік табандарын салады. Көлбеулік шамасын табу үшін, планнан екі горизонталь арасындағы db арақашықтығын циркуль-өлшегішпен өлшеп алып, осы арақашықтықты жоғарыдағы график үстіне салып, db кесіндісіне теңескенше жылжыта отырып табады. Графиктің абсцисса осі бойымен көлбеулік (бұрыштық) шамасын алады (11-суретте көлбеулік $2^0 20'$ тен). Осыған ұқсас көлбеулікті

анықтау үшін, масштаб табанын салуға болады. Ол үшін планының берілген қима биіктігі және әртүрлі көлбеулік табанының 4-формуламен анықталған кестесін құру керек.

Бақылау сұрақтары:

1. План мен картаның айырмашылықтарын атаңыз.
2. Профиль дегеніміз не?
3. Масштаб дегеніміз не?
4. Масштабтың қандай түрлерін білесіз?
5. Сызықтық масштабпен көлденең масштабтың айырмашылығы неде?
6. Құрылыстың Бас планы дегеніміз не?
7. Шартты белгілердің қандай түрлерін білесіз?
8. Горизонтальдар дегеніміз не?
9. Жер бедерін бейнелеудің қандай әдістерін білесіз?
10. Картадан көлбеулік қалай анықталады?

III тарау.

ӨЛШЕУ ҚАТЕЛЕРІНІҢ КЕЗДЕЙСОҚ ШАМАЛАРЫ. АРИФМЕТИКАЛЫҚ ОРТАША ШАМАЛАР

§ 3.1 Жалпы түсінік

Ықпал етуші қателіктердің әсерлерінен өлшеу нәтижелері көбінесе өз шамасынан басқаша болып келеді. Қателіктердің пайда болу себептері, ықпал етуші заңдар, дәлдікті бағалау әдістері *өлшеу қателіктерінің теориясы* атты пәнге (ғылым саласына) жаатады.

Өлшеу кезінде іздеп отырған отырған шаманы табу әдістеріне байланысты, өлшеу екі негізгі түрге бөлінеді: *қолма-қол (тура) және аралық (қосалқы)*.

Тура өлшеу кезінде, ұзындықты табу бірден өлшем бірлігімен салыстыру арқылы іске асады.

Қосалқы өлшеу кезінде іздеп отырған ұзындықты, есептеу арқылы табады. Мысалы, тік бұрышты үшбұрыш катетінің ұзындығын, басқа катеті және сүйір бұрышы арқылы анықтау; үшбұрыштың ауданын, оның табан және биіктік ұзындықтары арқылы есептеу және т.т.

Геодезиялық өлшеу ерекшеліктерінің бірі өлшеу нәтижелерін сенімді тексеріп отыру. Бірақ өлшеу кезінде тексеріп отырудан басқа қосалқы өлшеулер орындалуы керек. Яғни, бір-ақ рет өлшеу, өлшемнің физикалық нәтижесімен сипатталады, ал бірнеше өлшеу нәтижесінде, өлшенбекші шаманың бірнеше нәтижесін алуға болады. Осы бірнеше өлшеу, тексеру функциясын атқара отырып, сонымен бірге өлшем дәлдігін жоғарлатады.

Егер бірнеше өлшеуді дәлдігі бірдей аспаппен, орындаушының кәсіптік деңгейі бірдей, өлшеу кезіндегі қоршаған орта бірыңғай, бір әдіспен өлшесек, онда мұндай өлшеу *тең дәлдікті* деп аталады. Ал басқа жағдайларда *тең дәлдіксіз* болады.

Өлшеу қателері *дәрекі, жүйелі және кездейсоқ* болып үшке бөлінеді.

Дәрекі қатенің шамасы өлшеу дәлдігінен артып кетеді. Мұндай қателер жұмыс кезінде дұрыс өлшемеудан пайда болады. Оны бір шаманы қайталап өлшеу арқылы анықтайды. Өлшеу нәтижелерінде дәрекі қателер болмауы керек.

Жүйелі қате – белгілі бір заңдылыққа сай жиналатын қателер. Бұл қателердің негізгі көзі болып саналатын себептер: аспаптың, жабдықтардың түзу еместігі және оларды дұрыс орнатпаудан, бақылаушының жеке қабілеті, қоршаған ортаның өзгеруі және т.с.с. Жүйелі қатенің пайда болу себептері анықталып, жойылады немесе оны мүмкіндігінше аз шамасына келтіріп түзетеді.

Кездейсоқ қате – бұл статистикалық заңдылыққа бағынатын көптеген (бірнеше) кездейсоқ құбылыстардың әсерінен болатын қателер. Бұл қателердің пайда болу себептері: қоршаған ортаның күтпеген әсері; бақылаушының сезім мүшелерінің бұзылуы, кемшілігі және де басқа да себептері болуы мүмкін. Сондықтан бұл қатеден өлшеу кезінде қорғану жолдары жоқ.

Кездейсоқ қателердің келесі қасиеттері бар:

- өлшеу кезіндегі жағдайда (арнаулы аспап, орындаушы, қоршаған ортаның сипаттамалары және с.с.), осы әсердің бірінің салдарынан болатын кездейсоқ қатенің абсолюттік шамасы шектік қатеден асуы мүмкін емес;

- осы қатардағы аз, оң және теріс мәнді қателер тең мүмкіндікті, оның үстіне аз қателер, үлкен қателерге қарағанда көп кездеседі;

- абсолюттік шамалары бірдей, оң және теріс мәнді кездейсоқ қателер бір уақытта жиі және шамалары шектік шамадан аспайтын болып кездеседі;

- бір шаманы жоғары дәлдікпен, сансыз көп өлшеу кезінде, кездейсоқ қателердің орташа арифметикалық қателері нөлге ұмтылады.

Кездейсоқ қателердің жоғарыдағы барлық аталған қасиеттері бар болса, онда ол *қалыпты бөлу заңына* бағынады.

Кездейсоқ қателердің соңғы (төртінші) қасиетін көзге елестете алу үшін, өлшеу қателерін D_1, D_2, \dots, D_n деп белгілейік. Сонда олардың қосындысының оң мәнді шамалары, теріс мәнді шамаларымен теңеседі де, өлшеу саны көбейген сайын (n) қате шамасының шегі нөлге ұмтылады, яғни

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \dots + \Delta_n}{n} = \frac{[\Delta]}{n} = 0, \quad (5)$$

мұндағы, квадраттық жақша ішіндегі қосынды – К. Ф. Гаусс кіргізген шама.

Арифметикалық орташа мән. Егер бір шаманың тең дәлдікті өлшеулерінің нәтижелер қатары $l_1, l_2 \dots l_n$ бар болатын болса, осы шаманың ұзындығы төмендегідей *арифметикалық орташа* деп аталатын түрге енеді,

$$L = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n} = \frac{[l]}{n}. \quad (6)$$

Егер X өлшенбекші шаманың нағыз ұзындығы болатын болса, онда

$$\left. \begin{aligned} D_1 &= l_1 - X; \\ D_2 &= l_2 - X; \\ &\dots \dots \dots \\ D_n &= l_n - X. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Теңдеудің оң және сол жақтағы бөліктерін қосып, алатынымыз

$$(D_1, D_2, D_3, \dots, D_n) = (l_1, l_2, l_3 \dots l_n) - nX$$

немесе

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

осыдан

$$X = \frac{[l]}{n} - \frac{[\Delta]}{n}.$$

$\frac{[\Delta]}{n}$ шамасы нөлге ұмтылатындықтан, өлшеу саны көп болған

кезде арифметикалық орташа шама, оның нағыз ұзындығына тең

болады $X = \frac{[l]}{n}$.

§3.2 Өлшеудің орташа квадраттық қатесі

Кездейсоқ қателердің арифметикалық орташа қасиеттері өлшеу дәлдігінің толық қасиеттерін бере алмайды, себебі ірі қателер бүкпесіз білінбей кетеді. Сондықтан бірдей дәлдікті өлшеулердің дәлдігі орташа квадраттық қате (m) арқылы есептеледі

$$m = \sqrt{\frac{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}{n}}, \quad (8)$$

мұндағы, Δ – нағыз кездейсоқ қатенің квадраты.

Мысал. Екі қатар өлшеудің қателері берілген:

4, 7, 8, 9, 12, 10, 15, 12....

5, 6, 9, 10, 17, 15, 7, 8...

бұл қатарлардың орташа қателері бірдей

$$Q_1 = Q_2 = \frac{[l_n]}{n} = \frac{7}{8} = 9.6.$$

Осы қатарлардың орташа квадраттық қатесі болады:

$$m_1 = \sqrt{\frac{823}{8}} = \pm 10.1;$$

$$m_2 = \sqrt{\frac{869}{8}} = \pm 10.4.$$

Мысалдан көріп отырғандай, кездейсоқ қатенің арифметикалық орта қатесінің, орташа квадраттық қатеден айырмашылығы бар.

Бірақ (8) формула ылғи қолданылмайды, себебі нағыз қателердің мәні көбінесе белгілі болмайды. Мұндай жағдайда әр өлшемнің l_1, l_2, \dots, l_n айырмасын және L арақашықтығының арифметикалық орта шамасын пайдаланады.

v шамасы *ықтимал қателер* деп аталады. $[v]$ шамасының барлық қосындысы, өлшеу санына қарамастан нөлге тең болуы керек те, есептеулердің тексеруі ретінде қолданылады.

$$\left. \begin{aligned} l_1 - L &= v_1 \dots v_1 \\ l_2 - L &= v_1 \dots v_1^2 \\ &\dots \dots \dots \\ l_n - L &= v_1 \dots v_1^n \\ L &= \frac{[l]}{n} v = 0 \cdot [v^2]. \end{aligned} \right\}$$

Ықтимал қателер бойынша бір өлшеудің орташа квадраттық қатесі формула арқылы анықталады,

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}. \quad (10)$$

Барлық өлшеудің орташа квадраттық арифметикалық M орта қатесі,

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{[v^2]}{n(n-1)}}. \quad (11)$$

Орташа квадраттық қатені өлшеу нәтижесін артыратын түзету ретінде қарауға болмайды. Орташа квадраттық қате, тек қана өлшеудің *дәлдік деңгейін* сипаттайды, яғни нұсқаулар талаптарының стандарты болып есептеледі.

Орташа квадраттық қате арқылы, шекті кездейсоқ қате туралы түсінік алуға болады, ал ол орташа квадраттық қатенің үш есесіндей шамаға тең болады,

$$D_{шек} = 3m. \quad (12)$$

Инженерлік-геодезиялық іс жүзінде, бұл шама,

$$D_{шек} = 2m. \quad (13)$$

Сызықтық және аудандық өлшеулердің дәлдігі *салыстырмалы қателер* арқылы сипатталады, ал ол абсолюттік қатенің (нағыз, орташа квадраттық) өлшеу нәтижесіне қатынасымен өрнектеледі. Егер ұзындығы 305,47 м кесінді 0,1 м орташа квадраттық қатемен өлшенсе, онда оның салыстырмалы орташа квадраттық қатесі төмендегі шамаға тең болады,

$$\frac{0.1}{305.47} \approx \frac{1}{3000}.$$

§ 3.3 Өлшенген шама функциясының дәлдігін бағалау

Инженерлік-геодезиялық іс жүзінде іздеп отырған мәнді, өлшенген шама функциясы ретінде есептеп табады. Бұл жағдайда нәтижелік шама функция түрі және аргументтің қатесіне байланысты қателерден тұрады. Мысалы, x тәуелді, өлшенген шамамен байланысты келесі бір z шамасының орташа квадраттық қатесін анықтау керек дейік,

$$z = k x \quad (14)$$

мұндағы, k – тұрақты сан.

Іздеп отырған шаманың (z), m_z орташа квадраттық қатесі, k санын өлшенбекші шаманың (x) орташа шаршылық қатесіне көбейткенге (m_x) тең,

$$m_z = k m_x. \quad (15)$$

Мысал. Аспап дүрбісінің қыл жіпті арақашықтық өлшегішімен өлшеніп, $D = k l$ формуласымен есептелген, $D=120$ м арақашықтығының абсолюттік және салыстырмалы қатесін есептеу керек. Рейкадан есеп алу қатесі $m_l = \pm 4$ мм.

(14) формулаға сәйкес:

$$m_D = 100 \times 4 = 0,4 \text{ м};$$

$$\frac{m_D}{D} = \frac{0.4}{120} = \frac{1}{300}.$$

Егер қосынды түрінде екі өлшемнің функциясы $z = xy$ немесе айырмасы $z = xy$ бар болатын болса, онда m_z орташа квадраттық қатесі формула арқылы есептеледі,

$$m_z = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}. \quad (16)$$

Мысал. a және b бұрыштары, $m_a = \pm 4''$ және $m_b = \pm 4''$ орташа квадраттық қателермен өлшенген. Осы бұрыштар қосындысының ($g = a + b$) орташа квадраттық қатесін m_g табу керек, (16) формула арқылы,

$$m_{y=} = \sqrt{(4'')^2 + (5'')^2} = \pm 6.4''.$$

$z = x + y + \dots + n$ қосылмалы функция түріндегі кез келген санның қатесі, осыған ұқсас (16) формуламен анықталады,

$$m_z = m_z = \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + \dots + m_n^2}. \quad (17)$$

Егер кейбір қосындылардың қателері бірдей (тең) деп есептесек,

$$m_x = m_y = \dots = m_n = m,$$

онда (17) формула төмендегі түрге енеді

$$m_z = m \sqrt{n}. \quad (18)$$

(18) формула іс жүзінде сызықтық және бұрыштық геодезиялық өлшемдерде, олардың дәлдігін бағалау үшін қолданылады. Формулаға қарап, тең дәлдікті өлшемдердің қосындысы немесе айырымы, қосынды сандардың квадрат түбірлі мәндеріне тура пропорционал көбейеді де, кездейсоқ қателердің негізгі жиналу заңын құрайды.

§ 3.4 Дәлдіктері тең емес өлшеулер туралы түсінік. Салмақ бірлігінің орташа квадраттық қатесі. Жалпы арифметикалық орташа мән

Егер өлшеу жұмыстары әртүрлі жағдайда өтетін болса, онда өлшеу нәтижелері тең дәлдіксіз болады. Бұл жағдайда өлшеу дәлдігін қарапайым арифметикалық орташа мән арқылы бағалауға болмайды, оның үстіне әр өлшеудің сенімділігін есепке алу керек. Сан түрінде мұндай сенімділік – *өлшеу салмағы* деп аталады. Яғни, орташа квадраттық қатемен сипатталатын салмақ, өлшеу дәлдігімен байланысты. Математикалық мұндай байланыс (тәуелділік), шартты түрде төмендегідей өрнектеледі,

$$\rho = \frac{c}{m^2}, \quad (19)$$

мұндағы, ρ – өлшеу нәтижесінің салмағы;
 c – кез келген тұрақты коэффициент;
 m – өлшеудің орташа квадраттық қатесі.

Сонымен, өлшеу нәтижесінің салмағы орташа квадраттық қатесіне кері пропорционал, яғни өлшеу нәтижесінің орташа квадраттық қатесі аз, салмағы көп болған сайын дәлірек болады.

Есепті жеңілдету үшін, кез келген бір өлшеу нәтижесінің салмағын бірге тең деп алып, салмақ бірлігіне салыстырмалы түрде, қалған барлық белгісіз өлшемдер нәтижесінің салмағын есептейді.

Мысал. a_1 және a_2 бұрыштары $m_1 = \pm 3''$ және $m_2 = \pm 4''$ орташа квадраттық қатемен өлшенді. Осы бұрыштарды өлшеу нәтижесінің ρ_1 және ρ_2 салмақтарына қатынасын анықтау керек.

$$\rho_1 = \frac{c}{m_1^2} \quad \text{және} \quad \rho_1 = \frac{c}{m_2^2} \quad \text{болғандықтан} \quad \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{m_2^2}{m_1^2} \quad \text{немесе}$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{16}{9} = 1.8.$$

Егер барлық арифметикалық орташа салмақты P арқылы белгілесек, онда төмендегідей жазуға болады,

$$P = c / \frac{m^2}{n}.$$

Бір өлшемнің салмағын (19) формула бойынша қабылдасақ, онда,

$$\frac{P}{\rho} = \frac{c}{\frac{m^2}{n}} : \frac{c}{m} = n. \quad (20)$$

Егер $r = 1$ деп алсақ, онда $P = n$ болады.

Жоғарыда қаралған мысалда орташа арифметикалық салмақ тең дәлдікті өлшеу нәтижелерінің санына тең.

Салмақ бірлігінің орташа квадраттық қатесі. Егер кез келген бір өлшеудің салмағын бірге тең, ал орташа квадраттық қатесін m деп алып, (19) формула арқылы өрнектесек,

$$l = \frac{c}{\mu^2} ; m^2 = c,$$

жалпы салмақ түрі төмендегі түрге енеді,

$$P = \frac{\mu^2}{m^2} ; m = m\sqrt{P}, \quad (21)$$

мұндағы, μ – салмақ бірлігінің орташа шаршылық қатесі.

Дәлдігі тең емес өлшеулердің жалпылама арифметикалық орташа мәні. Бір ұзындықты өлшеу нәтижесінде, l_1 ұзындықты, салмағы p_1 және l_2 ұзындықты, p_2 салмақты берілімдер бар деп есептейік. l_1 және l_2 мәндерін p_1 және p_2 салмақты арифметикалық орта ретінде, тең дәлдікті a_1, a_2, \dots және b_1, b_2, \dots өлшемдері ретінде қарауға болады, яғни

$$l_1 = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{p_1}}{p_1};$$

$$l_2 = \frac{b_1 + b_2 + \dots + b_{p_2}}{p_1 + p_2}.$$

Осы екі қатардың қарапайым арифметикалық орташа мәні,

$$L_0 = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_{p_1} + b_1 + b_2 + \dots + b_{p_2}}{p_1 + p_2}, \quad (23)$$

салмағы $P = p_1 + p_2$.

(22) теңдеуден байқап отырғанымыз,

$$a_1 + a_2 + \dots + a_{p_1} = l_1 p_1;$$

$$b_1 + b_2 + \dots + b_{p_2} = l_2 p_2$$

Осы мәндерді (23) формулаға қойып, алатынымыз,

$$L_0 = \frac{l_1 p_1 + l_2 p_2}{p_1 + p_2} \quad (24)$$

l_1, l_2, \dots, l_n тең дәлдікті емес, p_1, p_2, \dots, p_n салмақты n қатары үшін дәл осындай ықтималды мәні,

$$L_0 = \frac{l_1 p_1 + l_2 p_2 + \dots + l_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{[l_p]}{[p]}. \quad (25)$$

Тең дәлдікті емес өлшеулердің дәлдігін бағалау, келесі бірлік салмағының орташа квадраттық қателер формуласымен есептеледі:

D_1, D_2, \dots, D_n өлшемдерінің нағыз қателері үшін:

$$\mu = \sqrt{\frac{[\Delta^2 p]}{n}}. \quad (26)$$

v_1, v_2, \dots, v_n өлшемдерінің ықтималды қателері үшін:

$$\mu = \sqrt{\frac{v^2 p}{n-1}}. \quad (27)$$

Орташа салмақтың орташа шаршылық қатесі:

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}. \quad (28)$$

Бақылау сұрақтары:

1. Өлшеудің қандай түрлерін білесіз?
2. Өлшеу қателерінің түрлерін атаңыз.
3. Салмақ қатесі дегеніміз не?
4. Жалпы арифметикалық орташ мән дегеніміз не?
5. Орташа квадраттық қате дегеніміз не?
6. Дәлдігі теңемес өлшеулер қалай анықталады?
7. Орташа салмақ қалай есептеледі?
8. Өлшеу салмағы дегеніміз не?
9. Қалыпты болу заңы қалай қолданылады?
10. Қосалқы өлшеу не үшін керек?

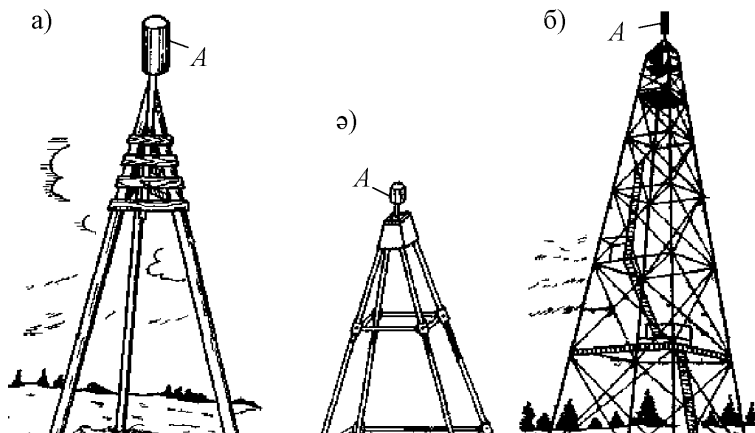
IV тарау

НҮКТЕЛЕРДІ БЕЛГІЛЕУ ЖӘНЕ БЕКІТУ. СЫЗЫҚТЫҚ ӨЛШЕУЛЕР

§ 4.1 Белгілердің түрлері

Жергілікті жағдайға және не үшін керектігіне байланысты, геодезиялық жұмыстарды атқару кездерінде тірек нүктелерін (қосындарын) тұрақты және уақытша белгі ретінде бекітеді.

Уақытша белгілер болып ағаш қазықтар, металл құбыр, арматура кесінділері, әртүрлі соғылған шегелер және т.с.с. саналады. Бұл белгілер уақытша болғандықтан, олардың өңіршендігі ұзаққа бармайды, келесі күні жоғалып, бұзылып қалуы мүмкін.



12-сурет. а – қарапайым ағаш пирамида; б – металл пирамида;
в – ағаш белгі

Тұрақты белгілер ұзақ уақытқа есептеліп жасалады және бекітіледі. Құрылыс алаңында геодезиялық белгіні жоғалту немесе оның жарамсыз болып қалуы, алдында жасалған инженерлік-геодезиялық жұмыстарды қайтадан жасауға әкеліп соғады. Әсіресе, тұрақты геодезиялық белгіні жоғалту үлкен шығынға ұшыратуы мүмкін.

Тұрақты тірек торларының арасы алшақ болған жағдайда, олардың үстіне арнаулы конструкциялы пирамидалар немесе белгілер қойылады (орнатылады) (12-сурет). Бұл белгілерді жер-

де тұрып карағанда басқа тірек қосындары көрінбей тұрса ғана орнатады, яғни бұрыш, ұзындық өлшегіш аспаптарды жоғары көтеруге тура келеді.

Пирамида құрылысының ерекшелігі оның жоғары ұшына көздегіш нысана орнатылады, 12-суретте ол цилиндр-дөңбек (А) іспетті. Цилиндр-дөңбек осі, белгінің тік осімен бір сызықтың үстіне жатулары керек. Бұл шартты орындау үшін, нүкте центрін пирамиданы орнатып болған соң бекітеді.

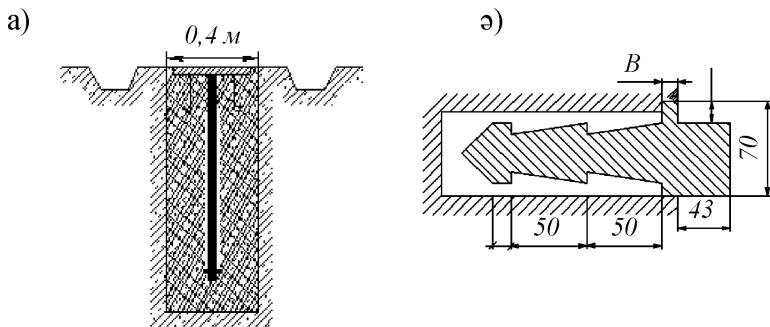
Белгінің ең қарапайым түрі, ол дөңгелек, диаметрі 10-15 см, ұзындығы 5 – 10 м ағаш діңінен жасалған пирамида (12 а-сурет).

Көздегіш нысананы көбінесе ұзындығы 2-4 м ағаш дөңбектен (дөңгелек) жасайды, оның көрініп тұратын тұсы дұрыс пішінді цилиндр болуы керек. Кейінгі кезде көбінесе ақпалы профилді металдардан жасалған пирамидалар көп орын ала бастады (12 ә-сурет). Егер өлшеу аспаптарын жоғары көтеру керек болса, онда ағаш пирамидалар құрады (12 б-сурет).

Құрылыс бұрыннан салынған территорияда, тұрақты тірек қосыны ретінде биік ғимараттардың үстіне орнатылған аласа құрылым. Бұл тірек қосынының көздегіш нысанасы, бақылаушының аспап орнататын платформасы болады.

Қандай жерге орнатылғандығына және не үшін керектігіне байланысты, тұрақты белгілер қабырғалық және жерге орнатылған (жерлік) болып екіге бөлінеді.

Жерге орнатылған (жерлік) белгі, жердің тоң қабатынан төмен орнатылады. Жерге орнатылған белгілердің бірнеше түрлері (типтері) болады. Құрылыс алаңдарында осьтерді бекіту үшін,



13-сурет. а) жерге қағылған және ә) қабырғаға орнатылған реперлер (белгілер)

көбінесе 13 а-суретте көрсетілген бетон монолит қолданылады. Арматура ұшына пісіріліп бекітілген пластинка бетіне шақпымен ойып салынған немесе сызылған нүкте (крест), белгінің центрі және биіктік нүктесі (биіктік шамасы белгілі) болып есептеледі.

Көпке шыдамды белгілердің бір түрі – ол ғимараттар және құрылыс қабырғаларына орнатылған қабырғалық белгі. Мұндай белгілерге полигонометриялық және нивелирлік белгілер жатады.

Қабырғалық белгі (пландық, биіктік) ретінде кәдімгі *қабырғалық нивелирлік реперді* пайдалануға әбден болады. 13 ә-суретте нивелирлік репер көрсетілген, оның іші тесілген диаметрі 2-3 мм, геодезиялық жұмыс кезінде оның ішіне арнаулы шанышқы орнатылады.

§ 4.2 Ұзындық өлшеу аспаптары. Өлшеу жабдықтарын компараторда тексеру (компарирлеу)

Құрылыс-монтаждау өндірісінде арақашықтықтарды өлшеу, көбінесе болат таспалар және әртүрлі заттардан (сым, жіп, мата, пластик, т.т.) жасалған таспамен, сонымен бірге әртүрлі құрылымды арақашықтық өлшегіштер арқылы іске асады. Жоғарғы дәлдікті өлшеулерде, мысалы, құрылыс алаңдарында технологиялық жабдықтарды монтаждау кездерінде немесе геодезиялық негіздерді дамыту үшін, аспалы ұзындық өлшегіштерді пайдаланады (болат немесе инварлы сым темірлер). Қосалқы құрылыс жұмыстарында (қоршау шарбақтары, ықтамалар, т.с.с.) тесмянды (арнаулы матадан жасалған) таспаларды пайдалана береді. Геодезиялық және ізденіс жұмыстарында зауытта суықтай жасалған ұзындығы 20 м, қалыңдығы 0,4-0,5 мм кәдімгі ЛЗ-20 жер өлшегіш таспаны пайдаланады. Ұстағыш сабы бар, таспаның метрлік, жарты метрлік және дециметрлік бөліктері, арнаулы тесіктері, шайбалары және жұқа пластинкалары болады. Метрлік сандары таспаға бекітілген латунға жазылған, жарты метрлік тұстары шайбамен, дециметрлік тұстары тесікпен белгіленген. Бұл таспаның құрамына таспаны орайтын шығыр іспеттес жабдық және 6 немесе 11 шанышқы кіреді.

Болат таспалар ТМД елдерінде 7502-97 ГОСТ талаптарына сай жасалады. РК типті таспа, ұзындықтары 50, 75 және 100 метрлік, РГ типтес таспа, ұзындықтары – 20, 30, және 50 метрлік

және олардың сантиметрлік бөліктері болады. Соңғы дециметрлік бөліктері миллиметрге бөлінген.

РТ-10 типтес *тесмянды таспалар* ТМД елдерінде 11900-97 ГОСТ талаптарына сай жасалады. Бұл таспалар қаныққан, ішінде металл жіптері бар материалдан жасалады, пластмасса қорабы, ұстағышы, бұрап ішіне орайтын сабы болады. Таспаның 10 метрлік, сантиметрлік бөліктері бар.

Ұзындық өлшемес бұрын, кез келген ұзындық өлшегіш жабдық (аспап) тексеруден өтеді, яғни үлгілік данасымен салыстырып, оның нақтылы ұзындығын анықтап, тексеру керек. Осы тексерісті *компарирлеу (компараторда тексеру)* немесе *эталондау (эталонмен салыстыру)* деп аталады.

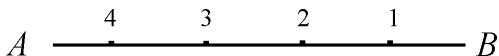
Ұзындығы 20 м болат таспаларды көбінесе далалық компараторда тексереді. Компараторды тегіс, ашық, ұзындығы 120 немесе 240 м (таспаның нақтылы ұзындығынан аз болмауы керек) жерге орнатады. Компаратордың шеттерін ортасында металл стержені бар бетонды белгілермен бекітеді. Стерженнің жоғарғы жағы сфералық бет сияқты жасалады, ортасына крест сияқты сызық салынып, белгінің центрін көрсетеді. Далалық компаратордың ұзындығын екі инварлы өлшегіш сыммен екі бағытта (тура, кері) бірнеше рет өлшеу арқылы анықтайды. Компаратордың ұзындығы 1:200 000 қатынасындай шамадан көп емес қатемен анықталады. Ұзындық өлшегіш аспаптарды далалық компараторда құрылыс алаңында қандай керумен тартылса, сол керумен төрт рет өлшеу (екі рет тура және екі рет кері өлшеу) арқылы тексереді.

§ 4.3 Ұзындықтарды өлшеу реті. Өлшеу сызықтарын созу (салу)

Өлшеу сызықтарын созу. Жер бетінде ұзын сызықты өлшеу үшін, оның екі шетіне белгі орнатып өлшеу жеткіліксіз. Өлшеу дәлдігін арттыру үшін, сол бағытында, яғни өлшенбекші бағыттың тік жазықтығы бойымен аралық нүктелерді (қадаларды) бекітеді. Құрылыс алаңында ұзындықты созу *өзіне бағыттау* әдісімен іске асады. Мысалы, құрылыс алаңында *AB* бағытын созу (салу) керек дейік (14-сурет). *A* нүктесінде бақылаушы, ал *B* нүктесінде бақылаушының көмекшісі орнатқан қада тұрады. Көмекші

бақылаушының бағыттауымен, оған қарсы жылжи отырып, 1 нүктені бекітеді, әрі қарай 1-В бағытымен 2 нүктені орнатады және т.с.с..

Өзінен ары созу әдісінде қаданы 4 нүктеге қояды да, екінші жолы 3-нүктеге, әрі қарай осыған ұқсас жалғастырады (14-сурет). Бұл әдістің біріншісінен дәлдігі төмен болады.



14-сурет. Өлшеу сызығын созу (салу)

Ұзындықты өлшеу реті. Ұзындықты өлшеу алдында, жер бетінің ойлы-қырлы жерлеріне қазықша қағып, ол тұстарында көлбеулікті өлшейді.

Таспамен өлшеуді екі адам атқарады. Бірінші орындаушы таспаның нөлдік штрихын бастапқы нүктеге қойып, екінші орындаушыны өлшенбекші сызық бағытымен бағыттайды. Таспаны сызық бойымен созығаннан кейін, оны сілкіп, тартып шанышқыны таспаның тесігіне кигізеді. Бірінші атқарушы өзінің шанышқысын суырады, ал екінші атқарушы таспаны өзінің шанышқысынан алып, келесі нүктеге қарай жылжиды; таспа осы ретпен келесі арақашықтық үстіне салынады да, осы ретпен жалғастыра береді. Екінші атқарушы өзінің қолындағы барлық шанышқыны тауысқан кезде (бірінші атқарушыда 10 шанышқы болуы керек) 10 шанышқыны екінші атқарушыға береді де, өлшеу сол ретпен жалғаса береді. Шанышқыны (10 шанышқы) бір-біріне ауыстыру саны өлшеу журналына (бекеттік журналға) жазылып отырылады.

Өлшеу дәлдігін арттыру және тексеру үшін, өлшеу екі бағытта (тура және кері) атқарылады.

Өлшенген жалпы ұзындық L формуламен есептеледі,

$$L = 200a + 20b + r, \quad (29)$$

мұндағы, a – шанышқыны ауыстыру саны;
 b – өлшеу соңындағы бірінші атақарушының қолында қалған шанышқы саны;
 r – соңғы толық өлшенбеген таспадан алынған есеп.

Болат таспамен арақашықтықты өлшеу көбінесе кебу жер бетімен, трасса бойымен, автожолдардың жанымен, үстімен, т.т. жүргізіледі.

Өлшенбекші сызықты жазықтыққа (горизонтқа) келтіру. Планға жер бетінде көбінесе көк жиекке қарағанда (горизонтқа) көлбеу болып келетін өлшенген сызықтың өзі емес, оның жазықтыққа түскен, *жазық ұзындық* деп аталатын проекциясы (сәулесі) түседі. Айталық, жер бетінде горизонтқа көлбеу бұрышы γ , $AB = l$ ұзындығы өлшенді (15-сурет). $AC = l_0$ кесіндісі, l сызығының жазық ұзындығын, тік бұрышты ABC үшбұрышынан жеңіл анықтауға болады,

$$l_0 = l \times \cos \gamma. \quad (30)$$

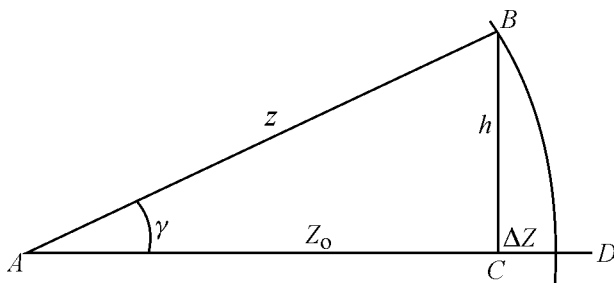
Жазық ұзындық орнына көлбеулікке түзету $l - l_0 = Dl$ шамасын есептеп табу жеңілірек. A нүктесінен радиусы l -ға тең шеңбер жүргізсек, ол D нүктесінде AC сызығымен қиылысады, сонда іздеп отырған түзетуді формула арқылы анықтауға болады,

$$D = l - l_0 = (l - \cos \gamma) \quad (31)$$

немесе

$$Dl = 2l \sin^2 \frac{\gamma}{2}$$

Көлбеулікке түзетуді есептеу үшін, (31) формула арқылы құрылған кестені пайдаланады. Өлшенген арақашықтықтан түзету шамасын алып тастап, сызықтың жазықтыққа проекциясын жеңіл табады.



15-сурет. Көлбеулікке түзетуді анықтау тәсімі

Егер көлбеулік 1° асқан болса, салыстырмалы қатемен арақашықтықты 1:2000 қатынасындай шамаға дейін өлшегенде, көлбеулікке Dl түзетуін енгізеді. Егер өлшенбекші арақашықтық әр жерде, әртүрлі көлбеулікте болатын болса, онда түзетуді әр

көлбеулікке жеке анықтайды да, барлық ұзындыққа түзетулердің қосындысын енгізеді. A және B нүктелерінің биіктігі белгілі болса 15-суретті қараңыз), g көлбеулік бұрышын өлшемей-ақ, келесі формуламен DL түзету шамасын есептейді,

$$\Delta L = \left(\frac{h^2}{2l} + \frac{h^2}{8l^3} \right). \quad (32)$$

Құрылыс алаңында іс жүзінде қадағау жұмыстарын жүргізгенде, өлшегіш таспаның екі басы арасындағы, h биіктік өсімшесіне DL түзету шамасын білу керек, осы түзету шамалары әртүрлі таспаға 2-кестеде жеке берілген.

2-кесте.

Ұзындық көлбеулігіне түзету, мм

Биіктік өсімшесі h , см	Өлшегіш аспаптың ұзындығы, м									
	2	4	6	8	10	20	24	30	40	50
5	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0
6	0,9	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0
7	1,2	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0
8	1,6	0,8	0,5	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
9	2	1	0,7	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
10	2,5	1,3	0,8	0,6	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
11	3	1,5	1	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
12	3,6	1,8	1,2	0,9	0,7	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
13	4,2	2,1	1,4	1	0,8	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1
14	5	2,5	1,5	1,2	0,9	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
15	5,6	2,8	1,9	1,4	1,1	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2
16	6,4	3,2	2,1	1,6	1,2	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3
17	7,2	3,6	2,4	1,8	1,4	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3
18	8,1	4	2,7	2	1,6	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4
19	9	4,5	3	2,2	1,8	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4
20	10	5	3,3	2,5	2	1	0,8	0,7	0,5	0,9
30	22,5	11,2	7,5	5,6	4,5	2,2	1,8	1,5	1,1	1,6
40	40	20	13,3	10	8	4	3,3	2,7	2	2,5
50	62,5	31,2	20,8	15,6	12,5	6,2	5,2	4,1	3,1	3,6
60	90	45	30	22,5	18	9	7,5	6	4,5	4,9
70	122,5	61,3	40,8	30,6	24,5	12,2	10,2	7,1	6,1	6,4
80	160	80	53,3	40	32	16	13,3	10,6	8	8,1
90	202	101,3	67,5	50,6	40,5	20,2	16,9	13,6	10,1	9,1
100	250	125	83,3	62,5	50,5	25,2	20,8	16,7	12,5	10

Сызықтық өлшеулер кездерінде түзетулерді есепке алу. Арақашықтықты өлшеу дәлдігі. Сызықты өлшеу мәніне түзетулер енгізеді, олар: өлшеу аспабын (жабдықты) компараторда тексеру; өлшеу кезіндегі температураға, сызықты жазық жазықтыққа келтіру түзетулері.

Компараторда тексеру түзетуі өлшеу таспасының ұзындығын үлгілік ұзындығымен сәйкес келмеген жағдайда енгізіледі. Компараторлық түзету мәні оң немесе теріс болуы мүмкін. 20 метрлік таспа үшін екі жағдайды қарастырайық:

1. Таспа, үлгілік таспадан Dl шамасына қысқа болып шықты. Сонда барлық өлшенбекші L ұзындыққа түзету теріс таңбалы болып, төменгі формуламен есептеледі:

$$\Delta l_k = -L \frac{\Delta l}{20}, \quad (33)$$

яғни, қысқа таспа өлшенбекші сызық ішінде, керек шамадан бірнеше рет көп түседі деген сөз;

2. Таспа үлгіден Dl шамасына ұзын болып шықты делік, сонда,

$$\Delta l_k = +L \frac{\Delta l}{20}. \quad (34)$$

Мысал. Өлшенген 237,35 м ұзындыққа компараторда анықталған түзетуді енгізу керек, егер 20 м таспа үлгіден 16 мм қысқа (кем) шыққан болса.

(33) формулаға сәйкес есептесек,

$$\Delta l_k = -237,35 \frac{0,016}{20} = -0,19 \text{ м.}$$

Компаратордағы түзетуді енгізгеннен кейінгі түзетілген ұзындық:

$$L = 237,35 - 0,19 = 237,16 \text{ м.}$$

Егер таспа сол 16 мм ұзын болып шықса, онда (34) формула арқылы

$$L = 237,35 + 0,19 = 237,54 \text{ м.}$$

Құрылыс алаңдарында компарирлеу түзетуін, егер Dl шамасы өте аз болатын болса, жалпы ұзындыққа енгізбесе де болады.

Температураға түзету. Температураға түзетуді сызықтық өлшемдерге, оның дәлдігі үшін енгізеді. Өлшегіш жабдықты (аспап) компараторда тексеру көбінесе $+20^{\circ}\text{C}$ жақын шамада өтеді, ал далалық өлшеу жұмыстары әртүрлі температурада өтеді, тіпті ол минус болуы мүмкін. Температураға түзету төмендегі формуламен есептеледі:

$$Dl_t = a_t l(t - t_0) \text{ м.} \quad (35)$$

мұндағы, a_t – таспа жасалған болаттың сызықтық ұлғаю коэффициенті (0,0000125);
 l – өлшегіш таспаның ұзындығы;
 t, t_0 – таспамен өлшеу және таспаны компараторда тексеру кездеріндегі температуралары.

Мысал. Ұзындықты болат таспамен $t = -10^{\circ}\text{C}$ температурада өлшегенде $L = 286.375$ м болып шықты. Таспаны компараторда тексеру $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$ температурада өткен. (35) формулаға сәйкес температураға түзетуді есептейік:

$$Dl_t = -0,0000125 \times 286,375 (-10^{\circ} - 20^{\circ}) = -0,107 \text{ м.}$$

Сонда түзету енгізгеннен кейінгі ұзындық төмендегідей болып шығады, $L = 286.375 - 0,107 = 286,268$ м.

Көлбеулікке түзету әсері алдағы қосында (4.3) келтірілген. Мұнда айта кететін жәйт – көлбеулік үлкейген сайын, оған түзетуді дәлірек есептейді, себебі түзету көлбеулік артқан сайын көбейе береді. Соңғы нүктелерінің биіктігі белгілі арақашықтықтарды өлшеген жағдайда, осы ескертуді еске ұстаған жөн.

3-кестеде стандартты таспа және өлшегіш жабдықтары үшін (ұзындықтарына сәйкес), температураға түзетулер келтірілген.

Таспалар мен өлшегіш жабдықтармен өлшеу дәлдігі. Өлшеу нәтижесіне келесі қателер әсер етеді:

- компараторда дұрыс тексермеу;
- өлшеу кезіндегі температураның күрт өзгеруі;
- көлбеулікке түзетуді дұрыс есептемеу;
- таспаны керу әртүрлі шамада өткен;
- өлшеу бағыты дұрыс болмаған;
- таспаның өз салмағынан төмен ойысуы;
- таспа шеттерін нүкте үстіне дұрыс дәлдемеу.

Кейбір қате көздері кездейсоқ болса, кейбір қателер жүйелі сипатта болады, яғни өлшеу біткенше әсер етеді. Бұл қателердің (m_d) қосындысын формуламен өрнектеуге болады,

$$m_d^2 = m_{cl}^2 + m_{сис}^2 \cdot n, \quad (36)$$

мұндағы, m_d – өлшенген шамаға енгізілген жалпы қате;
 $m_{cl}, m_{сис}$ – бір ұзындықты өлшеген кездегі кездейсоқ және жүйелі қателер;
 n – таспа қанша рет ұзындық бойына салынғандығын көрсететін сан.

(36) формуланы төмендегі түрде жазуға болады:

$$m_d^2 = m_k^2 + m_{жс}^2 \cdot n, \quad (37)$$

мұндағы, η және λ – кездейсоқ және жүйелі қателердің коэффициенттері.

Таспамен өлшеу жұмысы өтетін жердің жағдайына байланысты η коэффициентінің шамасы 0,004-0,006 болса, ал λ шамасын η шамасынан 20-30 рет аз қабылдайды.

3-кесте.

Температураға түзету, мм

$t - t_0$	Өлшеу жабдығының ұзындығы, м										
	10	20	24	30	40	50	60	70	80	90	100
1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1	1,1	1,2
2	0,2	0,5	0,6	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2	2,2	2,5
3	0,4	0,7	0,9	1,1	1,5	1,9	2,2	2,6	3	3,4	3,7
4	0,5	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4	4,5	5,0
5	0,6	1,2	1,5	1,9	2,5	3,1	3,7	4,4	5	5,6	6,2
6	0,7	1,5	1,8	2,2	3,0	3,7	4,5	5,2	6	6,7	7,5
7	0,9	1,7	2,1	2,6	3,5	4,4	5,2	6,1	7	7,9	8,7
8	1,0	2,0	2,4	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8	9,0	10,0
9	1,1	2,2	2,7	3,4	4,5	5,6	6,7	7,9	9	10,1	11,2
10	1,2	2,5	3,0	3,7	5,0	6,2	7,5	8,7	10	11,2	12,5
11	1,4	2,7	3,3	4,1	5,5	6,9	8,2	9,6	11	12,4	13,7
12	1,5	3,0	3,6	4,5	6,0	7,5	9	10,5	12	13,5	15,0
13	1,6	3,2	3,9	4,9	6,5	8,1	9,7	11,4	13	14,6	16,2
14	1,7	3,5	4,2	5,2	7,0	8,7	10,5	12,2	14	15,7	17,5
15	1,9	3,7	4,5	5,6	7,5	9,4	11,2	13,1	15	16,9	18,7
16	2,0	4,0	4,8	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16	18,0	20,0
17	2,1	4,2	5,1	6,4	8,5	10,6	12,7	14,9	17	19,1	21,2
18	2,2	4,5	5,4	6,7	9,0	11,2	13,5	15,7	18	20,2	22,5
19	2,4	4,7	5,7	7,1	9,5	11,9	14,2	16,6	19	21,4	23,7
20	2,5	5,0	6,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20	22,5	25,0
25	3,1	6,2	7,5	9,3	12,5	15,6	18,8	21,8	25	28,1	31,2
30	3,7	7,5	9,0	11,2	15,0	18,7	22,5	26,2	30	33,7	37,5

Жер беті өлшеуге ыңғайлы болса, тура және кері екі өлшемнің айырмашылығы 1:2000 қатынасындай шамадан артпауы керек; жер беті аздап толқымалы, орташа жағдайда 1:1500 және құм, түбірлі, жағдайсыз жерлерде 1:1000 қатынасындай.

§ 4.4 Қашықтық өлшеу аспаптары

Қашықтық өлшегіш аспаптарымен ұзындық өлшеуде таспаны созып, сүйретпей-ақ өлшеуге болады, яғни өлшеу шығыны, қиындығы азая түседі. Аспаптың өлшеу принципі тең бүйірлі *ABM* үшбұрышының биіктігі, табаны және оған қарсы жатқан кішкентай бұрыштың қатынасына негізделген (16-сурет). $BM = l_0$ негізі қашықтық өлшегіштің базисі деп аталады, ал j – қашықтық өлшегіштің параллактикалық бұрышы. *ACB* тік бұрышты үшбұрышынан жазатынымыз:

$$L = \frac{l_0}{2} \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} \quad \text{немесе} \quad L = l_0 \operatorname{ctg} \varphi, \quad (38)$$

j бұрышы өте аз болғандықтан, төмендегідей өрнектеуге болады:

$$\operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2} = 2 \operatorname{ctg} \varphi.$$

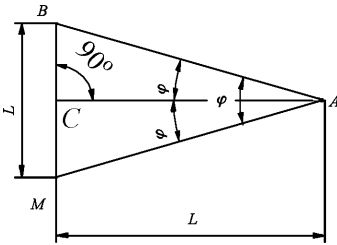
Екі түрлі арақашықтық өлшегіш болады: *тұрақты бұрышты және ауыспалы базисті; ауыспалы бұрышты және тұрақты базисті.*

Іс жүзінде тұрақты параллактикалық бұрышты, яғни *жіпті қашықтық өлшегіш* көп тараған. Көру дүрбісінің ішіндегі екі қосымша жазық жіп торынан (тор сызығынан) және есеп алатын бөліктері бар рейкадан тұрады. Рейкадан арақашықтықты келесі ретпен алады. Өлшенетін арақашықтықтың бір басына аспапты (теодоит немесе нивелир), ал екінші басына рейканы орнатады. Аспапты қалыпты жағдайға келтіреді де, аспап дүрбісін рейкаға бағыттайды. Айталық, дүрбінің жоғарғы тор жібінен (сызығынан) алынған есеп – 1257, ал төменгі сызығынан алынған есеп – 1387 (17-сурет). Екі есептің айырмасы ($n=130$) – рейкадағы сантиметрлік сан. Жіпті қашықтық өлшегішпен өлшенген арақашықтықты төмендегі формуламен есептейді:

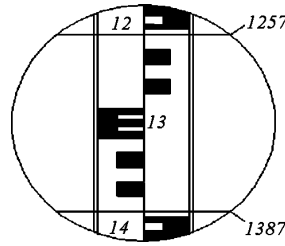
$$L = Kn + c, \quad (39)$$

мұндағы, K – қашықтық өлшегіштің коэффициенті, қазіргі теодолиттерде бұл сан 100-ге тең;
 n – рейканың жоғарғы және төменгі жіп сызықтарынан алынған есептердің айырмасы;
 c – қашықтық өлшегіштің тұрақты саны, қазіргі аспаптарда іс жүзінде нөлге тең.

17-суретте келтірілген рейкадан алынған қашықтық өлшегіштік есеп, өлшенбекші қашықтықтың метрмен берілген шамасы.



16-сурет. Арақашықтық өлшегішпен өлшеу тәсілі



17-сурет. Жіпті арақашықтық өлшегіштің дүрбідегі бейнесі

K -қашықтық өлшегіш коэффициентін анықтау үшін, жер бетінде 50, 100, 150 м қашықтықты таспамен тиянақты өлшеп, белгілейді де, сол арақашықтықтарды арақашықтық өлшегішпен өлшейді, сонда екі өлшеу бірдей болуы керек.

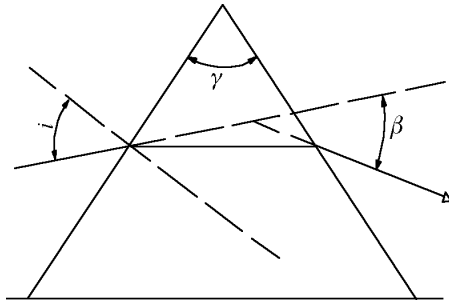
Жіпті қашықтық өлшегішпен өлшеу дәлдігі 1:200 – 1:400 қатынасындай болуы керек.

§ 4.5 Қос бейнелі қашықтық өлшегіш туралы негізгі түсініктер

Екі бейнелі қашықтық өлшегіш басқа түрлеріне қарағанда үлкен дәлдікті болып келеді.

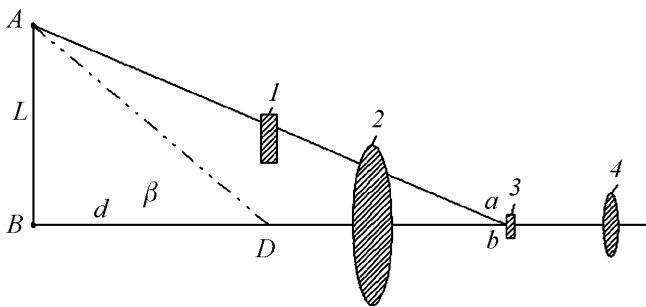
Бұл аспапты теодолиттің көру дүрбісіне киілетін қосалқы құрылғы ретінде жасайды. Қашықтық өлшегіш құрылғының көп тараған түрлері ДД-3, ДД-5, ДАР-100, ДНТ-2 және ДНБ-2. Аталған құрылғылардың екі типі бар: тұрақты және ауыспалы параллактикалық бұрышты құрылғылар. Көбірек тараған түрі ол

– қос бейнелі тұрақты параллактикалық бұрышты және айнымалы базисті.



18-сурет. Оптикалық сына тәсімі

Тұрақты параллактикалық бұрыш көру дүрбісінің алдына орналасқан оптикалық сынаның көмегімен іске асады. Оптикалық сынаны қолдану әсері шыны призма арқылы өткен сәуле екі рет сынып (бұрылып), призmanın табанына қарай бұрылады (18-сурет). Осы сәуленің β ауытқу бұрышы, призмаға түскен сәуленің сыну көрсеткішінен γ және сәуленің призмаға түсу бұрышына i тікелей байланысты.



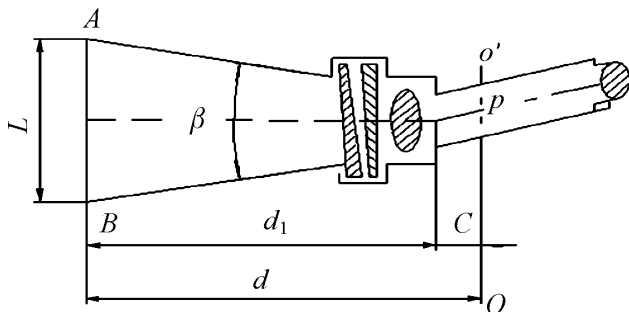
19-сурет. Қос бейнелі қашықтық өлшегіштің оптикалық тәсімі

1 – оптикалық сына; 2 – объектив; 3 – жіп торы; 4 – окуляр

Кішкентай v сыну бұрышты призма оптикалық сына деп аталады. Іс жүзінде призма арқылы бейне анық көрінуі үшін, объектив алдына бір емес, екі сына қойылады.

Егер объективтің бір жартысына сына орнатып, ал екінші жартысын бос қойсақ, онда дүрбіден бір-біріне қарағанда жанаса орналасқан бір заттың екі бейнесі көрінеді. Айталық B нүктесінен сәуле объективтің ашық жартысынан, ал A нүктесінен

оптикалық сына арқылы өтсін (19-сурет). Сонда дүрбінің фокальды жазықтығында жіп торы үстінде A және B нүктелерінің бейнесі қабаттасады (a, b нүктелерінде). Рейкадағы l кесіндісі осы оптикалық сынаның әсерінен, бейненің ауысу шамасын береді. Осы ауысу шамасын рейкадан алынған есеп арқылы анықтауға болады.



20-сурет. ДД-3 өлшегішімен қашықтық анықтау тәсімі
OO' - аспаптың айналу осі

ADB үшбұрышынан белгілі β , l шамалары арқылы аспаптан рейкаға дейінгі өлшенген арақашықтықты анықтауға болады.

Жоғарыда келтірілген түсініктемелер кигізілмелі қашықтық құрылғылы оптикалық қос бейнелі қашықтық өлшегіш ДД-3 аспабының конструкциялық тәсімі. Қашықтық өлшегіш 20 метрден 250 метрге дейінгі қашықтықты өлшеуге арналған, оның орташа квадраттық қатесі 1:2000 қатынасындай шамада.

Кигізілмелі құрылғы ТТ5, ТН, ТТП, ТТ4 және ОТШ типтес теодолиттердің көру дүрбісінің объективі жағына бекітіледі. Құрылғы құрамына екіжақты, екі сантиметрлік және бес сантиметрлік штрихты екі қашықтық өлшегіш рейкалары кіреді. Әр рейканың бас жағында 10 бөлікті шкалалы нониусы бар.

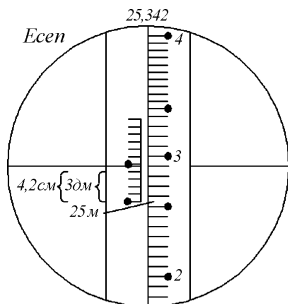
Қашықтық өлшегішпен тік және жазық рейка арқылы өлшеуге болады. Соңғы жағдайда (жазық рейкадан) құрылғыны 90° бұру керек.

ДД-3 қашықтық өлшегішімен, тік қойылған рейка арқылы қашықтық өлшеу келесі ретпен орындалады. Өлшенбекші ұзындықтың бір басына өлшегіш құрылғысы бар теодолитті, келесі басына рейканы орнатады (16-сурет).

Рейкаға дүрбіні бағыттауда, оның орталық жазық жіп торы

есеп алу құрылғысының нөлдік штрихына тақау тұруы керек. Дүрбіден бір-біріне қарағанда қатар орналасқан рейканың екі бейнесі көрінеді. AP сызығы сыналар арқылы өткен сәуле, ал BP дүрбінің бағыттау сызығы.

Бейненің ауысу шамасы рейкадан алынатын $AB = l$ кесіндісімен өрнектеледі.



21-сурет. ДД-3 қашықтық өлшегіші арқылы рейкадан есеп алу

20-суреттен β параллактикалық бұрышы рейкаға дейінгі арақашықтыққа байланысты емес және ылғи тұрақты, сондықтан осы суреттен,

$$d = d_1 + c \text{ немесе } d = \frac{1}{2} ctq \frac{\beta}{2} + c \quad (40)$$

мұндағы, $\frac{1}{2} ctq \frac{\beta}{2}$ шамасы қашықтық өлшегішінің коэффициенті.

Екі бейнелі өлшегішпен қашықтықты анықтау жұмыс формуласы былай өрнектеледі:

$$d = Kl + c \quad (41)$$

K шамасын, жіпті қашықтық өлшегіштегі сияқты 100 бірлікке тең деп алады.

Рейканың сантиметрлік бөліктері үшін, осы рейкадан алынған есеп келесі қосындылардан тұрады (21-сурет):

- верньердің нөлдік штрихына дейінгі рейканың негізгі бүтін шкалалық бөліктерінің саны 25 м;

- верньердің кез келген ретті штрихымен дәл келген шкаланың ондық саны 3 дм;

- дүрбі жазық жіп торының ең жақын кіші штрихына дейінгі верньердің бастапқы штрихынан бастап саны 4 см;

- жазық жіп торының сызығы және верньердің кіші штрихы арасындағы верньердің ондық штрих саны 0,2 см;

Мысалы, 21-суретте есеп 25,342 м тең.

Жазық арақашықтықты есептеу үшін, көздеу сызығының көлбеулігін теодолиттің тік дөңгелегі арқылы өлшейді.

Бақылау сұрақтары:

1. Белгілердің қандай түрлерін білесіз?
2. Ұзындық өлшеу аспаптарының қандай түрлерін білесіз?
3. Өлшеу сызықтарын созу дегеніміз не?
4. Өлшеу таспаларын компарирлеу дегеніміз не?
5. Өлшеу нәтижесіне қандай түзетулер енгізіледі?
6. Параллактикалық бұрыш дегеніміз не?
7. Кигізілмей құрылғы не үшін керек?
8. Екі бейнелі қашықтық өлшегіштің ерекшелігі неде?
9. Сыну бұрышы дегеніміз не?
10. Тұрақты бұрышты арақашықтық өлшегіштің ерекшелігі неде?

V тарау

ЖЕР БЕТІНДЕ СЫЗЫҚТАРДЫ БАҒДАРЛАУ

§ 5.1 Жалпы түсінік

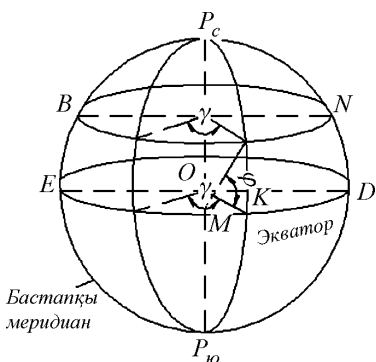
Құрылыс алаңында геодезиялық жұмыстарды жүргізуде жер бетіндегі сызықтардың бастапқы бір бағытқа қарағанда, оның қалай орналасқанын анықтауға тура келеді. Осы үрдісті жұмыс *бағдарлау* деп аталады.

Геодезияда астрономиялық, геодезиялық және тік бұрышты (кеңістікте және жазық) координаталар жүйелерін пайдаланады.

Астрономиялық координаталар жүйесінің негізі келесі түсініктерден тұрады. Айталық, жер бетіндегі L нүктесі және Жердің айналу осі $P_c P_{ю}$ арқылы $P_c L K P_{ю}$ тік жазықтығы (22-сурет), деңгей жазықтығын бір сызықтың бойымен қиып өтті. Осы сызық *негізгі* немесе *астрономиялық* меридиан болып есептеледі.

Жер өзінің айналу осі арқылы айналу кезінде, L нүктесі MLN дөңгелегін сызады, осы сызықты *параллель* деп атайды. Оңтүстік $P_{ю}$ және солтүстік P_c полюстерден бірдей қашықтықта орналасқан, Жерді оңтүстік және солтүстік жарты шарға бөлетін параллель EQ - параллельдің ең үлкені және оны *экватор сызығы* деп атайды.

Экватор жазықтығымен L нүктесі арқылы түсірілген тіктеуіш сызығы арасындағы j бұрышы *астрономиялық ендік* деп аталады.



22-сурет. Географиялық координаталар

Берілген L нүктесі арқылы өтетін меридиан жазықтығы мен бастапқы меридиан жазықтықтары арасындағы λ бұрышы *астрономиялық бойлық* деп аталады. Астрономиялық координаталар деп аталатын ендік φ және λ бойлық арқылы кез келген нүктенің жер бетінде орналасу жағдайын анықтауға болады.

ТМД және көп мемлекеттерде бастапқы меридиан ретінде Гринвич меридианы саналады (Ұлы

Британия, Лондондағы Гринвич обсерваториясы Бас залының ортасынан өтеді).

Экватор жазықтығынан солтүстікке қарай есептелетін ендік – *солтүстік ендік*, ал оңтүстікке қарай – *оңтүстік ендік* деп аталады. Бастапқы меридианнан басталып шығысқа және батысқа қарай есептелетін 0° -тан 180° дейінгі бойлықтар ретімен шығыстағы – *оң*, батыстағы – *теріс* бойлықтар деп аталады.

Геодезиялық координаталар жүйесінде негізгі координаталық жазықтық ретінде *референц-эллипсоид* жазықтығы, ал негізгі координаталық сызықтар ретінде – геодезиялық меридиандар мен параллельдер алынған. Бұл жүйеде координаталар жер бетіндегі нүктелерден түсірілген тіктеуіш сызықтарға салыстырмалы түрде қарап есептелетін болса, ал мұнда, яғни астрономиялық координаталар жүйесінде эллипсоидқа түсірілген тіктеуішке (нормальға) салыстырмалы түрде анықталады. Аталған екі жүйенің негізгі айырмашылығы осында.

Бір нүктенің жер бетіндегі астрономиялық және геодезиялық координаталары әртүрлі. Бұл айырмашылық бір нүктенің эллипсоидқа түсірілген тіктеуішімен және сол нүктеден түсірілген тік сызықтың бір-біріне дәл келмеуімен түсіндіріледі. Мұндай дәл келмеушілік *тіктеуіш сызықтардың ауысуы* (ауытқуы) деп аталады. Іс жүзінде астрономиялық және геодезиялық координаталардың бір-бірінен орташа айырмашылығы $3 - 4''$, кейбір аудандарда көбірек болып келеді.

Астрономиялық және геодезиялық координаталар жүйелерінің жалпы ортақ аты бар, ол – *географиялық координаталар жүйесі*.

§ 5.2 Азимуттар, румбтар және олардың арасындағы байланыстар

Жер бетіндегі сызықтың орналасу бағыты, Жер дүниенің төрт бұрыштық (полюстік) келесі бағытарынан басталады: негізгі немесе магниттік азимуттарынан, румб немесе дирекциондық бұрыштарынан.

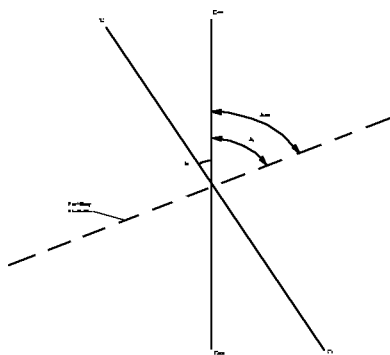
Негізгі азимут дегеніміз – негізгі меридиан жазықтығы мен берілген нүкте арқылы өтетін меридиан жазықтығы арасындағы бұрыш. Негізгі азимут сағат тілінің бағытымен мери-

дианның солтүстік басынан басталып өлшенеді. Ол 0^0 -тан 360^0 -қа дейін өзгереді.

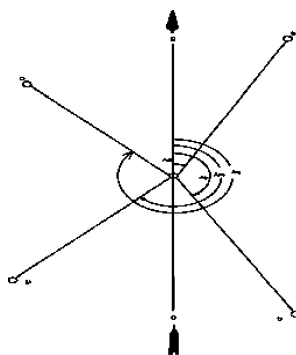
Магниттік азимут дегеніміз – магниттік меридианның солтүстік бағыты және берілген бағыт арасындағы бұрыш, ол да 0^0 -тан 360^0 -қа дейін өзгереді. Магниттік меридиан бағыты магнит үшкілінің (компас немесе буссоль үшкілінің бағыты) бағытымен анықталады. Бос ілінген магнит үшкілінің бір басы – солтүстікті, екінші басы – оңтүстікті көрсетеді. Магниттік меридиандар Жердің солтүстік магниттік полюсінде түйеседі де, ол географиялық полюспен дәл келмейді. Сондықтан бір бағыттың магниттік азимуты, оның негізгі азимутына тең болмайды, яғни қандай да бір шамаға ауысып тұрады. Осы айырмашылықты *магниттік үшкілдің ауысу бұрышы* дейді. 23-суретте магниттік азимут пен негізгі азимуттардың байланысы көрсетілген,

$$A = A_m + \delta, \quad (42)$$

мұндағы A, A_m – негізгі және магниттік азимуттар;
 δ – магниттік үшкілдің ауысу бұрышы.
 δ – магниттік үшкілдің ауысу бұрышы.

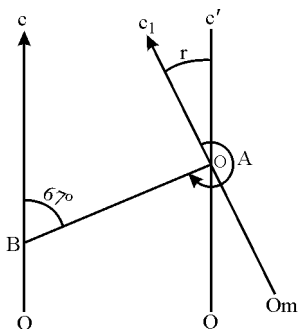


23-сурет. Негізгі және магниттік азимуттар

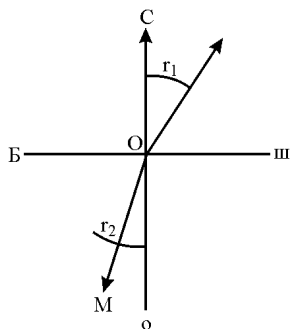


24-сурет. Сызықтың азимуттары

Егер магнитт үшкілінің солтүстік ұшы негізгі меридианнан шығысқа қарай ауысса (23-суреттегідей), онда магнит үшкілінің ауысуы *шығыстық*, батысқа қарай *батыстық* деп аталады. Шығыстық ауытқу “+” (плюс немесе оң), ал батыстық “-” (минус немесе теріс) таңбаларымен белгіленеді.



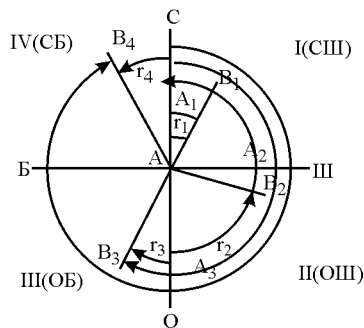
25-сурет. Тура және кері азимуттар



26-сурет. Румбтар

Бір нүктеде уақыт өте келе магнит үшкілінің ауытқу бұрышы өзгеріп отырады. Сондықтан бұл ауытқуларды – *ғасырлық*, *жылдық* және *тәуліктік* ауытқу деп айырады. Көрші орналасқан екі нүктеде ауытқу бұрыштары бір-бірінен әлдеқайда алшақ екені байқалған. Мұндай құбылысты *магниттік аномали* деп атайды. Курск маңындағы магниттік аномали бұған мысал бола алады.

Азимуттар тура және кері болып екіге бөлінеді. 24-суретте OB , OD , OM , OQ бағдарланбақшы сызықтары мен негізгі меридиан бағыты арасындағы A_B , A_D , A_M , A_Q жазық бұрыштары *тура азимуттар*. O нүктесі бағдарланбақшы сызықтың басы ретінде, ал CO сызығы O нүктесіндегі негізгі меридиан бағыты.



27-сурет. Азимуттар мен румбтар арасындағы байланыс

Кері азимут дегеніміз негізгі меридиан бағытымен берілген сызықтың кері бағыты арасында пайда болатын бұрыш. Мысалы, BD бағыты үшін, тура азимут A бұрышы болатын болса, ал оның кері азимуты A' (яғни, D нүктесінен B нүктесіне қарайғы бағыт) (25-сурет). Егер D нүктесі арқылы CO сызығына параллель $C'O'$ түзуін жүргізсек, онда *меридиандардың жақындасуы* деп аталатын g бұрышы пайда болады (келесі тақырыпты қараңыз) қараңыз. 25-суреттен кері азимут тең болады:

$$A' = A + 180^{\circ} + \gamma. \quad (43)$$

Есептеуге ыңғайлы болуы үшін көп жағдайда бағытты азимут емес, румбпен өрнектейді (белгілейді).

Румб дегеніміз – берілген сызық пен оған ең жақын жатқан меридиан бағыты (солтүстік немесе оңтүстік бағыты) арасындағы бұрыш. Мысалы, 27-суретте *ON* сызығы меридианның оңтүстік бағытына қарағанда, солтүстік бағытына жақын жатыр, сондықтан бұл жағдайда мериданның солтүстік бағытынан есептелетін r_1 бұрышы румб болып саналады. *OM* сызығы меридианның оңтүстік бөлігіне жақын, яғни r_1 румбы меридианның оңтүстік бағыты ұшынан бастап есептеледі. Осындай ретпен румб 0° -тан 90° -қа дейін өзгереді. Сызықты бағдарлау үшін румбтың шамасын көрсету жеткіліксіз, оған қоса оның қай ширекте жатқанын атау керек.

Айталық *CO* түзуі (27-сурет) *A* нүктесінің үстінен өтетін негізгі меридианның бағыты, ал осы түзуге перпендикуляр *БШ* – батыстан шығысқа қарайғы бағыт. Осы сызықтармен төрт ширек пайда болады, атап айтқанда I (*СШ* – солтүстік шығыс), II (*ОШ* – оңтүстік шығыс), III (*ОБ* – оңтүстік батыс), IV (*СБ* – солтүстік батыс).

Мысал. 1. $232^{\circ} 26'$ шамасының румбысын анықтау керек. Румб тең болады, $232^{\circ} 26' - 180^{\circ} = 52^{\circ} 26'$ (*ОБ*).

2. Берілген бағыттың румбы $74^{\circ} 35'$ болса, осы бағыттың азимутын анықтау керек. Азимут тең болады, $180^{\circ} - 74^{\circ} 35' = 105^{\circ} 25'$.

27-суреттен азимуттар мен румбтардың арасындағы байланысты төмендегідей өрнектеуге болады.

<i>Азимуттар</i>	<i>Румбтар</i>	<i>Ширек аттары</i>
A_1	r_1	I (<i>СШ</i>)
A_2	$180^{\circ} + r_2$	II (<i>ОШ</i>)
A_3	$180^{\circ} - r_3$	III (<i>ОБ</i>)
A_4	$360^{\circ} - r_1$	IV (<i>СБ</i>)

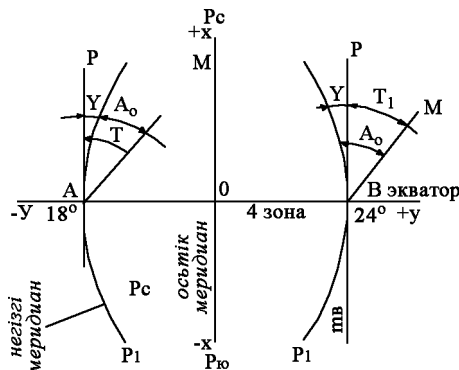
§ 5.3 Меридиандардың жақындасу бұрышы

Құрылыс алаңдарында инженерлік-геодезиялық жұмыстарды жүргізуде астрономиялық координаталарды көп қолданбайды, себебі оларды есептеу күрделі болып келеді. Сондықтан іс жүзінде

құрылыс алаңдарында қадағая жұмыстарын жүргізуде, кәдімгі тік бұрышты координаталар жүйесін қолданады, оның үстіне оны шартты координаталар жүйесінде атқарады. Координаталар басы ретінде құрылыс алаңының оңтүстік-батыс бұрышын қабылдайды, себебі бұл жағдайда абсцисса және ордината осьтерінің мәндері оң болып келеді. Немесе Гаусс-Крюгердің жазық тік бұрышты координаталарын қолданады. Ол үшін жер сфероидын бойлық бойымен әр 6^0 немесе 3^0 бөлікке бөледі де, оны *зоналар* деп атайды. Зоналардың басы Гринвич меридианнан бастап есептеледі. Әр зонаның ортасынан өтетін меридианды *осьтік меридиан* дейді (28-сурет).

Әр зонаның ішінде Жер беті жазықтыққа сәулеленеді (проекцияланады). Әр зонаның өзіндік координаталар жүйесі болады. 28-суреттегідей $P_c P_o$ осьтік меридианы – абсцисса осі, ал AB экватор сызығы – ординат осі. Осьтік меридиан мен экватор сызығының қиылысу O нүктесі *координаталар басы* болып есептеледі. Абсциссаның оң мәндері экватордан солтүстікке қарай, ал теріс мәндері экватордан оңтүстікке қарай есептеледі. Осьтік меридианнан шығысқа қарай ординат мәні оң, батысқа қарай теріс мәнді болады.

ТМД елдері үшін абсцисса мәндері ылғи да оң болады. Ординат мәндерін есептеу ыңғайлы болу үшін, O нүктесін, яғни координаталар басын нөлге емес, 500 шқ тең деп алады (500 шақырымға шығысқа қарай жылжытады). Мұндай ординаталар *қайта құрылған* деп аталады. Егер A және B нүктелері арқылы осьтік мериданға параллель түзу жүргізсек, онда $+g$ және $-g$ бұрыштары меридиандардың жақындасу бұрышы деп аталады (28-сурет).



28-сурет. Меридиандардың жақындасуы

Меридиандардың жақындасу бұрышы жобамен (44) және (45) формулармен анықталады,

$$\gamma = D\lambda \times \sin \quad , \quad (44)$$

немесе

$$g = 0.54 d \times tg \quad , \quad (45)$$

мұндағы, $D\lambda$ – екі нүктенің бойлықтарының айырмасы;
– берілген нүктенің ендігі;
 d – параллель доғасының ұзындығы.

Яғни, ендік және бойлық айырмасы үлкейген сайын, меридиандардың жақындасу бұрышы өсе береді.

d параллель доғасының ұзындығын, сондағы меридиандардың жақындасу бұрышы анықталатын нүктенің U ординатымен алмастыруға болады. Егер берілген нүкте осьтік меридианнан шығысқа қарай орналасса, онда ол оң мәнді, ал осьтік меридианнан батысқа қарай теріс мәнді болып келеді.

Мысал. Бойлығы $55^{\circ}30'$; $U = +120$ шқ нүктедегі меридиандардың жақындасу бұрышын анықтау керек.

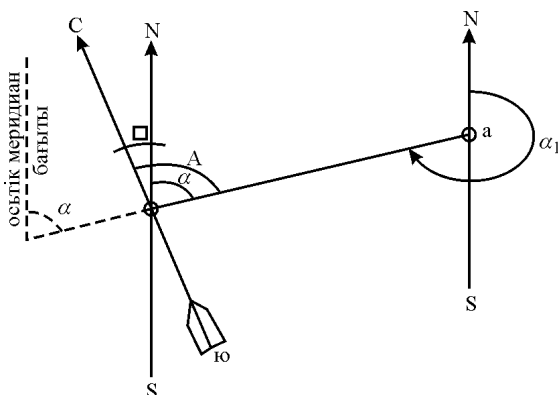
(45) формула арқылы,

$$\lambda = 0.54 \times 120 \times tg 55^{\circ}30' = 0.54 \times 120 \times 1.455 = 93.9' = 1^{\circ}33.9'$$

§ 5.4 Дирекциондық бұрыш және румб арасындағы байланыс

Алты немесе үш градусты зона ішінде сызықтарды бағдарлауда негізгі меридиан емес, осьтік меридианға параллель сызық пайдаланылады. Сонда азимуттардың орынына *дирекциондық бұрыштар* деген түсінік қолданылады. Азимут сияқты, дирекциондық бұрыш сағат тілінің бағытымен, абсцисса осінің оң мәнді бағытынан берілген бағытқа (сызыққа) дейін өлшенеді. Дирекциондық бұрыш 0° -тан 360° -қа дейін өзгереді.

Егер PQ сызығының P нүктесі арқылы (29-сурет) негізгі меридиан CO және NS осьтік меридианға параллель болса, онда g бұрышы меридиандардың жақындасу бұрышы, ал a бұрышы



29-сурет. Дирекциондық бұрыштар және азимуттар

PQ сызығының (бағытының) дирекциондық бұрышы болып есептеледі.

Негізгі азимут тең болады,

$$A = a + \gamma \text{ немесе } a = A - \gamma. \quad (46)$$

PQ сызығы үшін a дирекциондық бұрышы – тура, ал QP бағыты үшін a_1 – кері дирекциондық бұрыш болып есептеледі. Өйткені NS бағыты осьтік меридианға параллель, сонда,

$$a_1 = a + 180^\circ \text{ жалпы формуласы } a_1 = a \pm 180^\circ. \quad (47)$$

Тура және кері дирекциондық бұрыштардың бір-бірінен ылғи да 180° айырмашылықтары болады. Бір сызықтың дирекциондық бұрышы оның кез келген нүктесінде (тұсында) өзгермейді, ал сол сызықтың азимуты оның әр нүктесінде әртүрлі болады.

Есептеуге оңай болуы үшін, көбінесе дирекциондық бұрыштың орнына румбты қолданады. Дирекциондық бұрыш пен румбтың арасындағы байланыс азимут пен румб арасындағы байланысқа ұқсас болып келеді де, төмендегі формуламен өрнектеледі,

I (СШ) $a = r$;	$r = a$;
II (ОШ) $a = 180^\circ - r$;	$r = 180^\circ - a$;
III (ОБ) $a = 180^\circ + r$;	$r = a - 180^\circ$;
IV (СБ) $a = 360^\circ - r$;	$r = 360^\circ - a$.

Бақылау сұрақтары:

1. Сызықтарды бағдарлау дегеніміз не?
2. Географиялық (астрономиялық) ендік және бойлық дегеніміз не?
3. Референц-эллипсоид дегеніміз не?
4. Дирекциондық бұрыш дегеніміз не?
5. Румб дегеніміз не?
6. Дирекциондық бұрыш пен румб арасында қандай байланыс бар?
7. Меридиандардың жақындасу бұрышы дегеніміз не?
8. Азимут пен румбтың байланысын түсіндіріңіз?
9. Магнит үшкірлігінің ауытқу бұрышы қалай анықталады?
10. Картада (планда) дирекциондық бұрыш қандай осьпен дәл келеді?

VI тарау БҰРЫШТАРДЫ ӨЛШЕУ

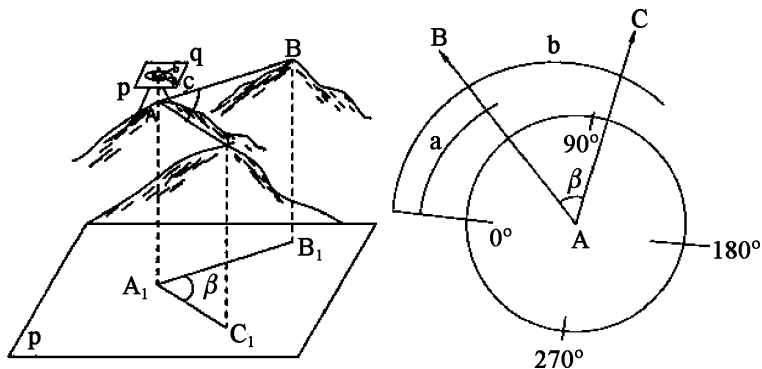
§6.1 Жазық бұрыштарды өлшеу қағидалары

Құрылыс-монтажда жұмыстарын геодезиялық істермен қамтамасыз етуде жазық және тік жазықтықтарда орналасқан бұрыштарды өлшеуге тура келеді. Оның үстіне, екі қабырға арасындағы көбінесе көлбеу болып келетін бұрышты емес, оның жазықтыққа (жер бетіне) түскен проекциясын өлшейді.

Бұл бұрыш өлшеу, әртүрлі бұрыш өлшегіш аспаптармен атқарылады. Олардың арасында, қарапайым түрлері: бусоль, эккер, гониометрлер; күрделірегі – теодолиттер бар. Қазіргі кезде бұрыштарды теодолитпен өлшейді. Олар құрылыс-монтажда жұмыстарында керекті дәлдікті қамтамасыз етеді.

Бұрышты өлшеу келесі түсініктерден тұрады. Жер бетінде A , B және C нүктелері белгіленді делік (30 – 31-сурет).

Егер A нүктесінде тік AA_1 сызығын түсірсек, онда осы сызыққа перпендикуляр PQ жазықтығы жазық жазықтық болады. Осы жазықтыққа қалған B және C нүктелерін проекциялайық, сонда $B_1A_1C_1$ бұрышы AA_1 екі қырлы бұрышының сызықтық бұрышы болады және де оны *жазық бұрыш* деп атайды.



30-31-суреттер. Жазық бұрышты өлшеу қағидалары

30-31-суреттен көрініп тұрғандай, AA_1 сызығының кез келген нүктесінде немесе сол сызықтың жалғасында, мысалы, a

нүктесінде b бұрышына тең бұрыш салуға болады. Сондықтан жазық бұрышты өлшеу үшін аспапты AA_1 тік сызығының үстіне орнату керек, яғни аспаптың тік айналу осі, осы AA_1 , сызығының үстінде жатады. Оны дәлдеу жіпке ілінген немесе оптикалық тіктеуіш жабдығымен іске асады. Аспапты осылай орнату – *аспапты центрлеу* деп аталады. Бұрыштың сандық шамасын анықтау үшін B және C нүктелеріне қада орнатады да, теодолиттің жазық дөңгелегінен есеп алады.

Жазық бұрышты өлшеу тәсімі 30-31-суреттерде көрсетілген. Аспапты өлшенбекші бұрыштың төбесіне дәл орнатады; аспапты жазық дөңгелек үстіне орнатылған цилиндрлік деңгей арқылы қалыпты жағдайға (жазық жағдайға) келтіреді. Алдымен аспап дүрбісін сол жақтағы B нүктесіне, ал содан кейін оң жақтағы C нүктесіне бағыттап a және b есептерін алады. 30-31-суреттерге сәйкес алынған есептердің айырмасы $a-b$, өлшенген b бұрышының градуспен берілген бұрыштың сандық мәнін береді.

§ 6.2 Теодолит аспабының геометриялық тәсімі және негізгі құрылысы

Теодолит аспабы жазық және тік бұрыштарды өлшеуге арналған. 10529-97 ГОСТ бойынша теодолиттер дәлдігіне қарап оларды жоғарғы дәлдікті Т05, Т1 (бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қатесі $0,5 - 1''$), дәл Т2, Т5 (бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қатесі $2 - 10''$) және техникалық Т15, Т30 (бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қатесі $15 - 30''$) деп бөледі. Соңғы топтағы теодолиттер құрылыс-монтаждау жұмыстарында кеңінен қолданылады. Теодолиттердің маркасы олардың дәлдігін көрсетеді, мысалы, Т30 теодолитімен бұрышты өлшеудің орташа квадраттық қатесі $\pm 30''$.

Теодолитті күту және жұмысқа дайындау. Теодолит аспабын пайдалануда, оны күтіп ұстау, ақау түсірмеу, дұрыс тасымалдау, қорапқа салу, буып-түю өлшеу нәтижелеріне көп ықпалын тигізеді, сондықтан төмендегі жағдайлармен таныс болу керек:

1. Теодолитті буып-түйіп қорабына салумен тиянақты танысу;
2. Теодолиттің көтергіш бұрандалары ортаңғы жағдайына келіп тұрулары керек;

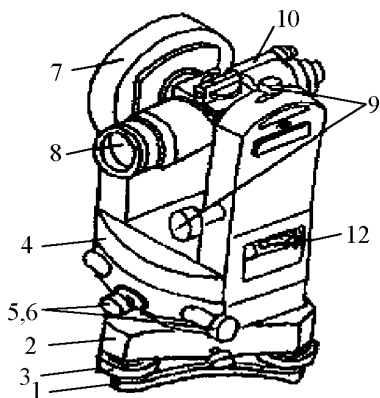
3. Аспап бөліктері, жетекші бұрандаларының айналуы бір-калыпты және шайқалыссыз болуы керек;

4. Есеп алу цифрлары, заттардың дүрбіден көрінуі және дүрбі ішіндегі жіп торының кескіндері анық болулары керек;

5. Тасымалдағанда аспаптың қорап ішінде немесе ұштағанға (штатив) дұрыс бекітілгенін қадағалап отыру керек;

6. Тасымалдау кезінде аспапты тік қалпында ұстау қажет.

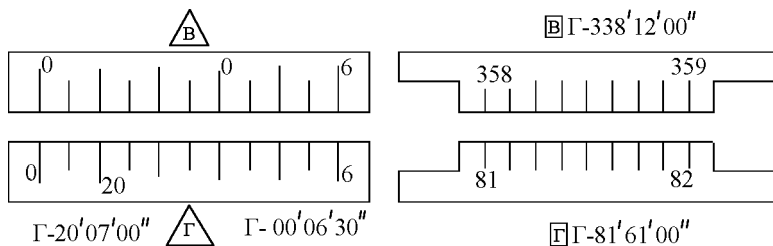
2Т30, Т30М, 2Т30М теодолиттерінің құрылыстары. Бұл теодолиттер мынадай негізгі бөліктерден тұрады: теодолит табаны – 1 (32-сурет) тұғырықпен – 2 жалғасқан, оның теодолитті қалыпты жағдайға келтіру үшін жасалған арнайы үш бұралмалы көтергіш аяқшалары – 3 бар. Жазық бұрыштарды өлшеуге арналған, лимб және алидада орналасқан дөңгелек қорап – 4. Лимбты бекіту және жайлап бұру (жетекші) бұрандалары – 5. Алидаданы бекіту және жайлап бұру бұрандалары – 6. Тік бұрышты өлшеуге арналған, лимб және алидада орналасқан тік дөңгелек қорап – 7. Көру дүрбісі – 8. Дүрбіні жайлап бұру және бекіту бұрандалары – 9. Есеп алу құрылғысының окуляры – 10. Есеп алу құрылғысына жарық беру айнасы – 11. Цилиндрлік деңгей – 12. 2Т30М теодолитінің ерекшеліктерінің бірі, лимбті бекіту және оның жетекші бұрандасы жоқ, оның орнына лимбті бекіту және босату шүріппесі – 13 орнатылған.



32-сурет. Т30 теодолитінің құрылысы

Теодолитті жұмысқа қосу. Теодолитті жұмыс істеу қалыпты жағдайына келтіру үшін, оны бұрышы өлшенетін нүктенің (қосынның) үстіне дәл орнату және бабына келтіру керек. Бұрыш өлшеу нүктесінің үстіне ұштаған орнатып, арнаулы бұранда арқылы теодолитті соған бекітеді. Теодолитке тіктеуіш ілініп, нүкте үстіне оның дәл келуін қадағалайды. Бұл жұмыстар шамамен орындалғаннан кейін, аспапты қалыпты жағдайға деңгеймен тексере отырып келтіреді. Аталған жұмыстар төмендегі ретпен орындалады:

1. Алидада үстіндегі цилиндрлік деңгейді көтергіш екі бұрандаға параллель қойып, оның көпірікшесінің ортаға келуін көтергіш бұрандаларды бір бағытта, бір уақытта бұрау арқылы (екі көтергіш бұранданы бір уақытта қарай немесе сыртқа қарай) іске асыру керек;



а) 2Т30 теодолитінің есеп алу шкаласы

ә) Т30 теодолитінің есеп алу шкаласы



б) 2Т30М теодолитінің есеп алу шкаласы

33-сурет

2. Цилиндрлік деңгейді 90 градусқа бұрып, үшінші көтергіш бұранда арқылы деңгей көпіршігін ортаға келтіреді;

3. Аспапты жан-жағына 90-180 градусқа бұрып, деңгей көпіршігінің ауытқымауын қадағалайды;

4. Теодолитті бекіткен бұранданы босатып, аспапты ұштаған үстінде жылжыту арқылы нүкте үстіне дәлдейді.

Осы айтылған жұмыстар орындалғаннан кейін, деңгей көпіршігінің ауытқуы байқалса, жоғарыдағы істелген жұмыстарды толық қайталау керек.

Есеп алу құрылғысы. Есеп алу құрылғысы алидада мен лимбтың бұрыш өлшеу кезіндегі үйлесу жағдайын көрсететін күрделі оптикалық механизм. 2Т30М, Т30 теодолиттерінің есеп алу құрылғысы микроскоп түрінде дүрбі жанына орналасқан. Оптикалық есеп алу жүйесі жарық беруші айнамен жабдықталған. Микроскоп окуляры арқылы қарағанда, есеп алу шкалалары

көрініп тұрады, яғни лимб пен алидаданың бұрыш өлшеу кезіндегі үйлесуі призмалар арқылы окулярға берілген. Жазық және тік бұрыштарды өлшеу шкалалары окуляр ішінде жеке-жеке орналасқан. Тік бұрыштарды өлшеу шкаласы окулярдан қарағанда жоғары жағында, ал жазық бұрыштарды өлшеу шкаласы төменгі жағында орналасқан. Т30 теодолитінің есеп алу шкаласының әр бөлігі 10 минуттан алты үлкен бөлікке, яғни 1 градуста 60 минут болғандықтан, сол алпыс минут тең алты үлкен бөлікке 10 минуттан бөлінген. Бұл үлкен бөліктер әрқайсысы 5 минуттан кіші екі бөлікке бөлінген. (33 а-сурет).

Тік бұрыштарды өлшеу шкаласының (+) және (-) таңбалары және екі қатарлы цифрлары бар. Шкаладан (+) таңбалы штрихтары көрінсе, онда шкаланың цифрлары солдан оңға қарай көбейіп есеп алынады, ал егер (-) таңбасы көрінсе есептеулер оңнан солға қарай оқылады (33 ә-сурет). Бұл таңбалар дүрбі бағытталған нүкте аспаптың көк жиек деңгейінен жоғары (+) немесе төмен (-) жатқанын көрсетеді.

2Т30М теодолитінің есеп алу шкалалары 10 минуттан үлкен алты бөлікке және 1 минуттан 60 кіші бөлікке бөлінген (33 б-сурет).

§ 6.3 Теодолит аспабының тексерулері

Теодолиттердің құрлысы мынадай геометриялық шарттарды қанағат-тандыруы керек:

1. Цилиндрлік деңгейдің осі, теодолиттің тік осіне перпендикуляр болу тиіс. Тексеру үшін, деңгейдің осін екі көтергіш бұрандаға параллель қояды да, оларды әр жаққа бір уақытта бұрап, деңгей көпіршігін ортаға келтіреді де, деңгейді 180 градуска бұрады. Егер бұрғаннан кейін деңгей көпіршігі орталықтан ауытқымаса, онда жоғарыдағы айтылған өстердің перпендикулярлық шарты орындалғандығы. Айтылған шарт орындалмаса, онда деңгейді түзету мамандырылған мекемелерде іске асырылады

2. Дүрбінің нысаналау осі өзінің айналу осіне перпендикуляр болуы шарт. Бұл шартты орындау үшін, дүрбіні алыста тұрған затқа бағыттап, дүрбінің екі жағдайында, яғни дүрбі қораптың оң жағында ($KП$) және дүрбі қораптың сол жағында ($КЛ$) N , M есептерін алады. Сонда, төмендегі формуламен табылған қатені коллимациондық қате деп атайды:

$$X = [M(N + 180^\circ)] / 2. \quad (48)$$

Егер X шамасы есептеу құрылғысының дәлдік шамасынан асып кетсе, онда бұл қатені түзету мамандырылған мекемелерде іске асырылады;

3. Теодолиттің жазық осі теодолиттің айналу осіне перпендикуляр болуы шарт. Тексеру, 10-20 м қашықтыққа тіктеуіш іліп қояды да, дүрбі окулярындағы жіп торының тік сызығы дүрбіні жоғары, төмен қозғағанда тіктеуіш жібінен ауытқымауын қадағалау арқылы іске асады. Бұл қате окуляр қорабының ішіндегі түзеткіш бұрандалар арқылы қалыпты жағдайға келтіріледі.

§ 6.4 Жазық бұрыштарды теодолитпен өлшеу

Жазық бұрышты теодолитпен өлшеу үшін, оны өлшенбекші бұрыштың төбесіне, дүрбі көзделетін екі нүктеге қадалар орнатылады да, аспапты қалыпты жағдайға келтіреді. Теодолитті орнату үш жауапты жұмыстардан тұрады. *Центрлеу* – теодолитті нүкте үстіне дәл қою; *теодолитті қалыпты жағдайға келтіру* (аспапты нивелирлеу депте атай береді); көздеу дүрбісінің *фокустық арақашықтығын* ретке келтіру.

Теодолитті нүкте үстіне дәл қою (центрлеу) дегеніміз – аспаптың тік осі өлшенбекші бұрыш арқылы өтуін қадағалау. Ол үшін теодолитті нүкте үстіне көз мөлшерімен орнатып, ұштағанның (штативтің) аяқтарын бекітеді де аспапты штативке бекітетін бұрандасын бұрау арқылы босатады. Бұл кезде ұштағанның жоғарғы аспап орнататын алаңы жазық жағдайға жобамен келіп тұруы керек. Аспаптың астына тіктеуіш іліп, оны нүктенің тура ортасына дәлдейді. Теодолитті ұштаған үстімен жылжыта отырып, оның нүкте ортасына келуін қадағалайды.

Аспапты қалыпты жағдайға келтіру деп аспапты үш көтергіш бұрандалары арқылы, оның үстіне орнатылған цилиндрлік деңгейді пайдаланып жазық жағдайға келтіруді айтады. Ол үшін, деңгейді көтергіш екі бұрандаға параллель қояды да, оларды бір уақытта, бір жаққа бұрай отырып, деңгей көпіршігінің ортасына келтіреді. Әрі қарай алидаданы 90° бұрады да, үшінші

көтергіш бұрандамен деңгей көпіршігін ортасына келтіреді. Бұл айтылған жұмысты, деңгей көпіршігі аспапты қай жаққа бұрсаң да, ортасында қалатын жағдайға дейін жалғастырады.

Аспап дүрбісін қалыпты жағдайға келтіру дегеніміз – дүрбі ішіндегі тор жіптері және бақыламақшы нүктенің (заттың) анық көрініп тұруына қол жеткізу.

Жазық бұрышты қайталау әдісімен өлшеу. Геодезиялық тәжірибеде қайталау әдісі жиі қолданылады, сондықтан төменде қайталау әдісінің мазмұны берілген.

Толық бір қайталау әдісі төмендегі ретпен іске асады:

1. Теодолитті бұрышты өлшенетін қосын үстіне қойып, қалыпты жағдайға келтіру;
2. Есеп алу құрылғысында лимб пен алидаданы үйлестіру арқылы бұрыш мәнін 0 градус шамасына жақын қоямыз;
3. Алидаданы бекітіп, лимбті қозғау арқылы дүрбіні соңғы белгіге (A) бағыттау және де a_1 -есепін алу (есеп нәтижелерін 1-кестеге ретімен уақытылы жазып отырады);
4. Алидаданы босатып, сағат тілінің бағытымен дүрбіні бұру арқылы алдыңғы белгіге (B) бағыттау және a_2 – есепін алу;
5. Дүрбіні өз өсінен зенит арқылы аударып алып, лимбті босату арқылы соңғы белгіге (A) бағыттау (бұл жолы есеп алынбайды);
6. Лимбті бекітіп, алидаданы босату арқылы, сағат тілінің бағытына қарсы бұрып, алдыңғы белгіге (B) бағыттау және a_3 – есепін алу;

Істелген жұмыстар нәтижесінде жүріс бағытымен сол жақтағы өлшенген бұрыштың мөлшері төмендегі формуламен есептеледі:

$$\beta = \frac{a_3 - a_1}{2}, \quad (49)$$

Тексеру үшін мына формуланы пайдаланады:

$$b_{\text{мекс}} = a_2 - a_1, \quad (50)$$

b , $b_{\text{мекс}}$ – айырмашылығы тірек торларының бұрыштары үшін $45''$; 1-разрядты торлар үшін $60''$; 2 разрядты торлар үшін $90''$.

Жазық және тік бұрыштарды өлшеу журналы

Қосын реті	Нысаналау реті	КП есеп \hat{a}_1 \hat{a}_2	КЛ есеп \hat{a}_3	$\frac{a_3 - a_1}{2}$	$\hat{a}_2 - \hat{a}_1$	Тік бұрыш	Жүріс сұлбасы
1	2	3	4	5	6	7	8

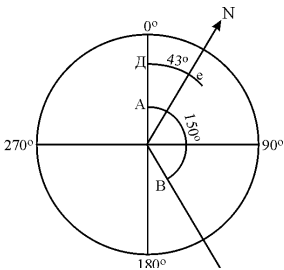
Жоғары дәлдікті теодолиттік жүріс кезінде бірнеше қайталау әдісін қолданады. Бұл әдіспен өлшенген бұрыш шамасы төмендегі формуламен анықталады:

$$b = \frac{K360^0 \pm a_3 - a_1}{2n}, \quad (51)$$

мұндағы, $K = \frac{2n \cdot \beta_{\max} - (a_3 - a_1)}{360^0}$ – алидаданың толық айналу саны;

K – бүтін сан; n – қанша рет қайталанғанын көрсетеді.

Амалдау тәсілімен жазық бұрыштарды өлшеу келесі ретпен орындалады. Лимбті бекіткен күйінде дүрбі жіп торының қиылысқан тұсын оң жақтағы қаданың төменгі тұсына (мүмкіндігінше төмен бағыттау керек), яғни M нүктесіне бағыттайды (34-сурет).



34-сурет. Жазық бұрышты өлшеу тәсімі

Әрі қарай, алидаданы бекітеді де, оның жетектеуші бұрандасымен (жайлап бұру бұрандасы) нүктеге дәл бағыттайды және есеп алу құрылғысынан “есеп” алады. Келесі ретте лимбті босатпай-ақ дүрбіні сол жақтағы қадаға, яғни

N нүктесінің төменгі жағына бағыттайды, алдымен жобалап, содан кейін лимбтің жетектеуші бұрандасымен дәл бағыттайды да, есеп алады. Сонда өлшенген NSM бұрышы алдағы алынған екі есептің айырмасына тең болады. Осы істелеген

жұмыс дүрбі жазық дөңгелегінің оң жағында орналасқан жағдайындағы КП (ДО) *бірінші жарты амал* деп аталады. Әрі қарай дүрбінің сол жақтағы жағдайында КЛ (ДО) қайталанады.

Ол үшін дүрбіні зенит арқылы аударып, лимбтің бұрандасын босатып, оны 90° бұрады да, дүрбіні оң жақтағы қадаға бағыттайды. Алынған есептер нәтижесімен, өлшенбекші бұрыштың екінші шамасын шығарады. Осы жұмыстар *екінші жарты амал* деп аталады. Екі жарты амал *бүтін бір амалды* құрайды.

Дүрбінің КП және КЛ жағдайларында өлшенген бұрыштар айырмасы есеп алу құрылғысының екі еселенген шамасынан аспаса ($60''$), онда бұрыш өлшеу жұмыстарының дұрыс атқарылғаны. Кері жағдайда барлық бұрыш өлшеу жұмысы қайталанатын. Өлшеу нәтижелері арнаулы журналға жазылады. Журнал ұқыпты, анық толтырылуы керек. Қате жазылған цифрлар өшірілмейді, үстінен сызылып (астындағы цифр көрініп тұруы керек) үстіне қайта жазылады.

Айналу әдісінің мәні – дүрбіні сағат тілінің бағытымен, ретімен барлық нүктеге бағыттап, әрқайсысынан есеп алады. Алдағы атқарылған жұмыс кезінде лимбтің қозғалмай орнында тұрғандығына көз жеткізу үшін дүрбіні бастапқы нүктеге бағыттап, бастапқы есептің өзгермегендігіне көз жеткізеді. Осы істелген жұмыс *бірінші жарты амалды* құрайды. *Екінші жарты амалды* орындау үшін, дүрбіні зенит арқылы аударып, лимбтен есепті 90° шамасына бұрады да, ретімен, қарсы бағытта (сағат тіліне қарсы) барлық нүктеге бағыттап, есеп алады.

§ 6.5 Жазық бұрыштарды өлшеу дәлдігі

Жазық бұрыштарды өлшеу дәлдігіне келесі қателер әсер етеді: аспапты центрлеу, дүрбіні нүктеге бағыттау, бұрышты өлшеу, аспаптың өз қатесі.

Аспапты центрлеу (нүкте үстіне дәл орнату) қатесі, яғни аспапты қалыпты жағдайға келтіріп, центрлеу кезінде оның айналу осі, өлшенбекші бұрыштың төбесі үстіне дәл келмейді. Сондықтан кейбір жағдайларда *центрлеуге түзету* енгізеді. Центрлеу қатесі қабырғалары қысқа, бір жағы қысқа, бір жағы ұзын бұрыштарды өлшеу кезінде үлкен әсер етеді. Мысалы, егер центрлеу қатесі ± 10 мм, қабырғаларының ұзындығы 20 м болған жағдайда, бұрыш $2'$ минуттық қатемен өлшенуі мүмкін. Сондықтан ғимарат орындарын жер бетінде белгілеу (қадалау)

үшін теодолитті мүмкіндігінше нүкте үстіне дәл орнатуға тырысады. Оптикалық центрлегіші бар теодолитті қолдану жұмыс дәлдігін арттырады (1-2 мм аспайды). Кәдімгі жіпке асылған тіктеуішті пайдаланғанда оны желден қорғап, шайқалмауын қадағалайды.

Дүрбіні нүктеге дәл бағыттау қатесі дүрбіні жоғары, төмен бұрған кезде, көздеу осінің тіктеуіш сызықтан ауытқу шамасына тең. Бұл қатені көбінесе *редукция қатесі* деп атайды. Центрлеу қатесі сияқты, бұл қате де қабырғалары қысқа бұрыштарды өлшегенде арта түседі. Сондықтан аспапты және қаданы нүкте үстіне дәл орнатуға тырысу керек. Редукция қатесін азайту үшін, арнаулы құрылысты көздеу маркасын пайдаланады. Егер 50 м қашықтықтағы нүктеге көздеу осі ± 20 мм дәл келмесе, бұрыш өлшеу қатесі $1/20''$ дейін өсуі мүмкін.

Бұрышты өлшеу кезіндегі қатенің шамасы, негізінен дүрбіні нүктеге бағыттаудан және алынған есепті дұрыс дөңгелектеуден тұрады.

Көздеу дүрбісін бағыттау қатесі, оның үлкею шамасына кері пропорционалды болып келеді. Қаруланбаған көзбен дүрбіні бағыттау қатесі $1'$ болса, онда 20 есе үлкейту шамасы бар дүрбі барлығы $3''$ қате береді. Мұндай қате есеп алу құрылғысының қатесінен төмен.

Аспаптық қате кездейсоқ және жүйелі болады. Мұндай қателерді азайту үшін, жұмыс алдында аспапты тиянақты тексеріп, түзетеді. Мысалы, ескі теодолиттерде (екі верньерлі) алидаданың эксцентритет қатесін жою үшін есепті екі верньерден алады да орташа есепті қабылдайды.

Лимб бөліктерінің қатесін (дұрыс бөлінбегендігін) есепке алмаса да болады, себебі қазіргі кездегі аспапты жасау техникасы жетілдірілген технологиямен іске асады.

Көру дүрбісінің коллимациондық қатесін жою үшін дүрбінің екі жағдайын да есепке алады.

Көздеу дүрбісі жазық осінің көлбеулігінен кететін қате әсерін азайту үшін аспаптың негізгі осін қатал түрде тік жағдайға келтіру керек.

Қайталау әдісі кезіндегі кететін қателер. Бұрышты n рет қайталау әдісімен өлшегенде, оның орташа есеп алу қатесі (m'_i),

$$m_i' = \pm \sqrt{\frac{1}{4n^2} (m_0^2 + m_v^2)} = \pm \frac{m_0}{\sqrt{2n^2}}. \quad (52)$$

Ал дүрбіні бағыттау (көздеу) қатесі (m_i''),

$$m_i'' = \pm \sqrt{\frac{4m_v^2}{4n^2}} = \pm \frac{m_v}{\sqrt{n}}, \quad (53)$$

мұнда n рет қайталау кезінде $4n$ рет бақылау жүргізіледі.

Жазық бұрыштарды өлшеудің жалпы қатесі,

$$m_i = \pm \sqrt{(m_i')^2 + (m_i'')^2}. \quad (54)$$

m_i' және m_i'' алдағы мәндерін қоя отырып, жазық бұрыштарды өлшеудің жалпы қатесін табамыз,

$$m_i = \pm \sqrt{\frac{m_0^2}{2n^2} + \frac{m_v^2}{n}}. \quad (55)$$

Салыстыру үшін жазық бұрышты «амалдау» тәсілімен өлшеу кезіндегі кететін қатені қарастырамыз.

Амалдау тәсілі кезінде кететін қателер. n рет амалдау тәсілімен өлшенген b бұрышының мәні төмендегі формуламен анықталады:

$$\beta = \frac{(b - a) + (b_n - a_n)}{2n}, \quad (56)$$

мұндағы, a_n және b_n – теодолиттің жазық бұрыштарды өлшеу қорабының лимбасынан алынған, соңғы нүктеге бағыттағандағы, қорап оң жақта ($KП$) және қорап сол жақта ($KЛ$) болғандағы есептер; b_n және a_n – алдыңғы нүктеге бағыттағандағы есептер.

Әр бағытта есеп алғанда төмендегідей қателер кетеді,

$$m_H^2 = m_v^2 + m_0^2, \quad (57)$$

мұндағы, m_v – нүктеге көздеудің орташа шаршылық қатесі;
 m_0 – есеп алудың орташа шаршылық қатесі.

Бұрыш өлшеу n рет амалдау тәсілімен қайталанатындықтан (b_n) $4n$ рет бақылау есебі алынады, сонда оның орташа шаршылық қатесі (m),

$$m_i^2 = \pm \frac{4m^2}{4n^2} = \frac{m_H^2}{n}, \quad (58)$$

m_H – нің алдағы мәндерін қоя отырып, амалдау тәсілімен өлшеудегі жалпы қатені табамыз,

$$m_i = \pm \sqrt{\frac{m_v}{n} + \frac{m_0^2}{n}}. \quad (59)$$

Қайталау әдісі кезінде екі-ақ рет есеп алынатын болса, амалдау әдісі кезінде $4n$ рет есеп алынады. Сондықтан қайталау әдісі кезінде есеп алу қатесі азайып отырады, яғни бұрыш өлшеу қатесі азаяды деген сөз. Қайталау әдісінің осы жетістіктерін еске ала отырып, инженерлік геодезияда жазық бұрыштарды өлшеу көбінесе осы әдіспен орындалады.

Ескере кететін жағдай, бұрышты өлшеу дәлдігі жоғары ($t = 10-12''$) қазіргі заманғы теодолиттермен өлшегенде екі әдістің де дәлдігі бірдей болып шығады.

§ 6.6 Тік бұрыштарды өлшеу

Тік бұрыштарды теодолиттің тік дөңгелек қорабында орналасқан құрылғы арқылы өлшейді. Жазық жазықтықпен және дүрбі көздеу осінің арасындағы бұрыш өлшенеді. Мұндай бұрышты *көлбеулік бұрышы* деп. те атайды. Егер бұл бұрыш жазық жазықтықтан жоғары тұрса, онда ол оң, ал төмен жатса, теріс мәнді болады.

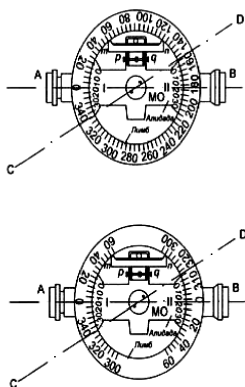
Теодолиттің тік дөңгелегі (тік бұрыш өлшеу құрылғысы) көрі дүрбісінің айналу осіне тікелей бекітілген және онымен бірге айналады. Алидада да айналу осінде орналасқан, бірақ онымен жалғаспаған және дүрбіні айналдырғанда алидада қозғалмай орынында қалады (тік бұрышты теодолитпен өлшеуді түпкілікті түсіну үшін, 35, 36-суреттерде ескі теодолиттермен тік бұрышты өлшеу тәсімі суретімен берілген).

Тік дөңгелекті градустарға бөлудің бірнеше түрлері бар, солардың ішінде екі түрі жиі кездеседі. ТТ5, ТН, ТМ1 және ТОМ типтес теодолиттердің тік дөңгелегі сағат тілінің бағытымен өсе отырып, 0^0 -тан 360^0 -қа дейін бөлінген (35 а-сурет). ТТ50 тип-

тес ескі теодолитте, ТТ2 және КБ кипрегелінде 35 ә-суретте көрсетілгендей, яғни бөліктер 0^0 -тан 60^0 сағат тілінің бағытымен бөлініп, әрі қарай тоқтатылады және сол бағытта 300-ден 360^0 тұсында қайта жалғасады. Суреттегі тәсімнен байқағандай 60^0 (градустан) әрі қарай тік бұрышты өлшеу мүмкін емес.

Тік бұрышты өлшегіш тік дөңгелекке қойылатын негізгі талап, ол лимбтің нөлін алидаданың нөлімен сәйкестіргенде дүрбінің көздеу осі алидадаға бекітілген цилиндрлік деңгейдің осіне параллель болуы керек.

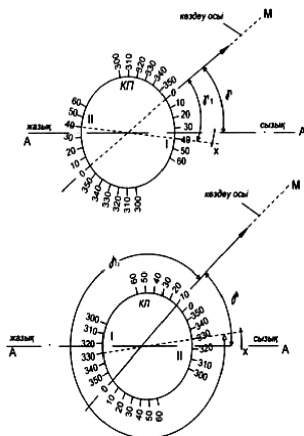
Айталық, дүрбінің көздеу осі тік дөңгелектің нөлдік диаметріне параллель, ал цилиндрлік деңгейдің осі 0^0 - 180^0 үстінен өтетін CD сызығына параллель емес (35 а-сурет). Егер деңгей көпіршігін ортасына, ал AB көздеу осін жазық жағдайға келтірсек, онда CD және AB арасында тік дөңгелектің нөлдік орны деген бұрыш пайда болады және MO (нөлдік орын). Нөлдік орын, яғни көздеу осі жазық, алидада үстіндегі цилиндрлік деңгей көпіршігі ортасында тұрған кездегі тік дөңгелектен алынған есеп.



35-сурет. Тік дөңгелектің шкалалары

а) бүтін айналма цифрлау;

ә) үзілмелі цифрлау



36-сурет. Тік бұрышты

өлшеу тәсімі. а) КП жағдайында;

ә) КЛ жағдайында

Нөлдік орынды есепке ала отырып, тік бұрышты өлшеу ретін қарастырып көрейік. Айталық дүрбіні оның КП (дөңгелек оң жағында) жағдайында жер бетіндегі M нүктесіне бағытталды. 36а-суреттен g есебі көлбеулік бұрышынан $x = MO$ шамасына көп немесе,

$$\gamma = \text{КП} - \text{МО}. \quad (60)$$

Егер дүрбіні зенит арқылы аударып, дүрбінің КЛ (дөңгелек сол жағында) жағдайында M нүктесіне қайта бағыттасақ, онда γ бұрышы алдағы бұрыш x шамасына ауысады,

$$g = 360^\circ + \text{МО} - \text{КЛ} \text{ немесе } \gamma = \text{МО} - \text{КЛ} \quad (61)$$

61-формуладағы 360° жазбайды, бірақ еске ұстап керек кезінде енгізеді.

60 және 61-формуларды бір-біріне қосып, қорытынды формуланы шығарады:

$$\gamma = \frac{\text{КП} - \text{КЛ}}{2}; \quad (62)$$

$$\text{МО} = \frac{\text{КП} + \text{КЛ}}{2}. \quad (63)$$

Іс жүзінде тік бұрыштың шамасын есептеу үшін, көбінесе 62 және 63 формулаларды қолданады, ол үшін нөлдік орын шамасын анықтау кезінде келесі амалдарды қолданып, оны мейлінше азайтуға тырысады.

Нөлдік орын шамасын бірнеше рет анықтайды. Әрі қарай алидада үстіндегі деңгей көпіршігін ортасына келтіреді де, тік дөңгелектен есепті МО (нөлдік орын шамасына) шамасына қояды. Тік дөңгелектің микрометрлік бұрандасы (жайлап бұру бұрандасы) арқылы есепті 0° келтіреді. Бұл кезде деңгей көпіршігі бір жағына ауысса, оны оның түзету бұрандалары арқылы ортасына келтіреді. Осындай ретпен бірнеше рет қайталап, МО шамасын мейлінше азайтады (0° шамасына жақындатады).

Мысал. 1. Егер дүрбінің КП жағдайындағы есеп $1^\circ 24' 30''$, ал КЛ жағдайында $358^\circ 38' 30''$ тең болса, g көлбеу бұрышын және нөлдік орын шамасын есептеу:

$$g = \frac{361^\circ 24' 30'' - 358^\circ 38' 30''}{2} = +1^\circ 23' 00'';$$

$$\text{МО} = \frac{361^\circ 24' 30'' + 358^\circ 38' 30''}{2} = +0^\circ 01' 30''.$$

Тексеру:

$$g = \text{КП} - \text{МО} + 1^{\circ}24'30'' - 0^{\circ}01'30'' = +1^{\circ}23'00'';$$

$$g = \text{МО} - \text{КЛ} = 360^{\circ}01'30'' - 358^{\circ}38'30'' = +1^{\circ}23'00''$$

2. МО және көлбеулікті анықтау керек, егер дүрбінің КП жағдайында есеп $1^{\circ}26'$, ал КЛ жағдайында есеп $178^{\circ}36'$ болса,

$$\text{МО} = \frac{1^{\circ}26' + 178^{\circ}36' - 180^{\circ}}{2} = +1^{\circ}01'01''$$

$$g = \frac{(1^{\circ}26' + 180^{\circ}) - 178^{\circ}36'}{2} = +1^{\circ}25'$$

немесе

$$g = 1^{\circ}26' - 0^{\circ}01' = (0^{\circ}01' + 180^{\circ}) - 178^{\circ}36' = +1^{\circ}25'.$$

Бақылау сұрақтары:

1. Бұрыш өлшейтін қандай аспаптарды білесіз?
2. Теодолит аспабы қандай бұрыштарды өлшеуге арналған?
3. Теодолитті жұмысқа қосу қандай әрекеттен басталады?
4. Теодолитті қалыпты жағдайға келтіру қандай жабдықтың көмегімен іске асады?
5. Теодолиттің есеп алу құрылғысы қанша бөлікке бөлінген?
6. Нөлдік орын (МО) дегеніміз не?
7. Коллимациондық қате қалай анықталады?
8. Теодолитті қалай центрлейді?
9. Цилиндрлік денгей не үшін керек?
10. Теодолиттің қандай осьтерін білесіз?

VII тарау

ТІК БҰРЫШТЫ КООРДИНАТАЛАР

§7.1 Жазық тік бұрышты координаталар

Салыстыра қарағанда құрылыс салынатын алаңның алып жатқан ауданы үлкен болмайды, сондықтан бұл алаңды жазықтық ретінде қарауға болады. Сфералық Жер бетін жазықтықпен ауыстыру төмендегі формулаға сай атқарылады:

$$\Delta S = \frac{S^3}{3R^2}, \quad (64)$$

мұндағы, DS – сызықты доғамен (жер дөңестігі) ауыстыру кезіндегі қате;
 S – доға ұзындығы;
 R – Жер радиусы.

Мысалы, құрылыс салынатын алаңда $S = 10$ шқ және $R \gg 6000$ шқ, ал салыстырмалы қате $DS/S = 1/10\,000\,000$ болса, онда 20×20 шқ алаңды жазық деп қарауға болады.

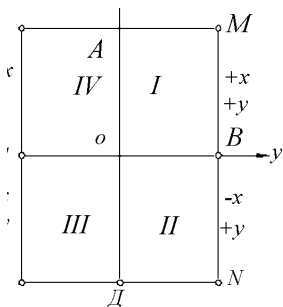
Кез келген нүктенің жазықтықтағы орнын координаталарымен анықтауға болады. Геодезияда координаталар осі математикадағыдай емес, яғни абсцисса осі X , алты немесе үш градустық зонаның осьтік меридиан бағытын көрсететін тік сызық ретінде беріледі; Ординат Y осі ретінде, осьтік меридианға перпендикуляр сызық қабылданған. Алдағы параграфта айтылғандай мұндай сызық экватор деп аталады. Карталар мен пландарда осындай тәсіммен координаталар торы құрылады. Құрылыс алаңдарын бейнелеу кезінде көбінесе, бастауы құрылыс алаңының оңтүстік-батыс бұрышында орналасқан шартты координаталар торы құрылады.

Жазықтық бетінде орналасқан тік бұрышты координаталар осі деп аталатын, бір-біріне перпендикуляр AD және CB екі сызығын елестетіп көрейік.

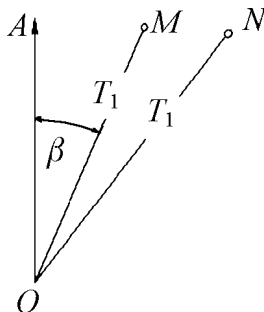
Ширектер	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>
Нүктелер	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Q</i>
Мәндері:				
абсцисса	+	-	-	+
ордината	+	+	-	-

Осьтердің қиылысқан O нүктесі координаталар басы деп аталады. Жазықтықтағы M нүктесінің орналасу жағдайлары OB және OA кесінділерінің ұзындықтарымен анықталады. Өйткені M нүктесінің орнын анықтайтын кесінділер ұзындықтарын тек оңға және жоғары ғана емес, солға және төмен салуға болады, яғни координаталар деп ось бойындағы сызықтардың оң (+) және теріс (-) мәнді ұзындықтарын айтады. Координаталар осі O нүктесінде қиылыса отырып, төрт ширек құрайды: I, II, III, IV . Сонда M, N, P, Q нүктелері үшін, келесі абсцисса және ординат мәндері болады (37-сурет).

37-суреттен көріп отырғандай, жазықтықтағы тік бұрышты координаталар арқылы M нүктесі сияқты, кез келген нүктенің орналасу жағдайын анықтауға болады. Ол үшін Ox және Oy осьтері арқылы $x = OA$ және $y = OB$ кесінділерін салады да, осы нүктелер арқылы координаталар осьтеріне параллель сызықтар жүргізеді. Осы нүктелердің қиылысқан тұсы, іздеп отырған M нүктесі болады. Осыған ұқсас N, P, Q нүктелерін планға салуға болады, яғни осы нүктелерінің орнын табады (анықтайды).



37-сурет. Тік бұрышты координаталар



38-сурет. Полярлық координаталар

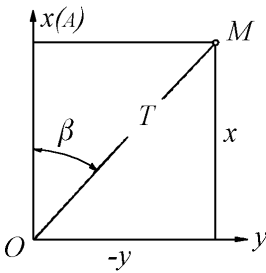
Полярлық координаталар. Іс жүзінде инженерлік-геодезия жұмыстарында полярлық координаталар кеңінен қолданылады. Айталық кез келген бір полюс деп аталатын O нүктесі арқылы OA сызығы жүргізілді, сонда кез келген бір M нүктесінің орнын, OM ұзындығын және b_1 бұрышын өлшеу арқылы анықтауға болады. OA сызығы *полярлық ось*, ал $OM = r_1$ – радиус вектор және b_1 бұрышы – *салу бұрышы* немесе *полярлық бұрыш* деп аталады. 38-суретте N нүктесінің орны r_2 радиус-векторы және b_2 бұрышымен анықталған.

7.2 Тура геодезиялық есеп. Тік бұрышты координаталардың өсімшелері

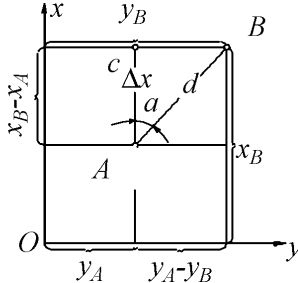
Іс жүзінде инженерлік геодезия жұмыстарында бір координаталар жүйесінен екінші координаталар жүйесіне ауысуға тура келеді. Айталық, полярлық координаталар полюсі O , тік бұрышты координаталар жүйесінің бастауымен, ал OA полярлық ось, тік бұрышты координаталар осі Ox -пен сәйкес келіп тұр, сонда 39-суреттен жазатынымыз,

$$\left. \begin{aligned} x &= r \cos b; \\ y &= r \sin b; \end{aligned} \right\} \quad (65)$$

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} b &= \frac{y}{x}; \\ r &= \frac{x}{\cos \beta} = \frac{y}{\sin \beta} = \sqrt{x^2 + y^2} \end{aligned} \right\} \quad (66)$$



39-сурет. Полярлық координаталардан тік бұрышты координаталарға ауысу тәсілі



40-сурет. Тура геодезиялық есеп

65-формула полярлық координаталардан тік бұрышты координаталарға ауысу, ал 66-формула тік бұрышты координаталардан полярлық координаталарға ауысу үшін қолданылады.

Егер тік бұрышты координаталар бастауы полярлық координаталар полюсімен сәйкес келмесе, онда бір координатадан екінші координатаға ауысу үшін жалпылама түрге көшуге тура келеді. Айталық, A нүкесінің тік бұрышты координаталары (40-сурет), A

нүктесінен B нүктесіне дейінгі арақашықтық d және OX осінен басталып, өлшенген AB бағытының полярлық бұрышы a берілген. Сонда B нүктесінің тік бұрышты координаталарын анықтау керек болса, бұл тура геодезиялық есептің мәнін құрайды.

Есепті шығару үшін, A нүктесін полярлық координаталар жүйесінің полюсі ретінде, ал AC түзуін – полярлық ось ретінде қабылдаймыз. Сонда d және a , B нүктесінің полярлық координаталары болып есептеледі де, осы берілімдерден тік бұрышты координаталарға ауысу керек. Іс жүзінде тік бұрышты координаталарды өлшемейтіндіктен, есепті шығару үшін полярлық бұрыш a және d арақашықтығын өлшейді. B нүктесі арқылы тік бұрышты координаталар осьтеріне параллель түзулер жүргіземіз, әрі қарай 40-суреттен тік бұрышты координаталар айырмаларының шамасын жазуға болады:

$$\left. \begin{aligned} CB &= Y_B - Y_A = Dy \\ AC &= X_B - X_A = Dx \end{aligned} \right\} \quad (67)$$

Мұндай айырманы *координаталар өсімшесі* деп атайды да, Dx және Dy деп өрнектеледі. Координаталар өсімшесі былай анықталады:

$$\left. \begin{aligned} Dx &= d \cos a; \\ Dy &= d \sin a; \end{aligned} \right\} \quad (68)$$

Сонда B нүктесінің координаталары төмендегідей есептеледі,

$$\left. \begin{aligned} X_B &= X_A + Dx; \\ Y_B &= Y_A + Dy. \end{aligned} \right\} \quad (69)$$

Координаталар өсімшелерінің мәндері полярлық бұрыш шамасына немесе сызық бағытының румбалық атына (қай ширекте жатқанына) байланысты болады. Сызық бағытының румбалық аттарын 37-суреттен жеңіл анықтап, оны 5-кестеге жазуға болады.

Координаталар өсімшелерінің полярлық бұрыш және румбпен байланысы

Ширектер	Румб аттары	Полярлық бұрыштар	Өсімшелер	
			Δx	Δy
<i>I</i>	<i>СШ</i>	$0 - 90^0$	+	+
<i>II</i>	<i>ОШ</i>	$90 - 180^0$	-	+
<i>III</i>	<i>ОБ</i>	$180 - 270^0$	-	-
<i>IV</i>	<i>СБ</i>	$270 - 360^0$	-	-

Dx және Dy координаталар өсімшелерін логарифмдік кесте, арнаулы өсімшелер кестесі, тригонометриялық функциялар мәндерінің кестелері және микрокалькулятордың көмегімен есептеуге болады.

§ 7.3 Тұйықталған полигон координаталарын есептеу және бұрыштарын теңдеу

Полигон бұрыштарын теңдеу. Құрылыс алаңында Бас жоспарды негізге ала отырып, ғимараттарды полигонометриялық немесе теодолиттік жүрістер арқылы геодезиялық жұмыс негізінен (тірек, түсіріс нүктелерінен) бастап түсіреді. Мұндай жүрістердің барлық бұрыштары және ұзындықтары өлшенеді. Бұл жүрістердің екі түрі болады: *тұйықталған жүріс* немесе *тұйықталмаған жүріс*, олардың шеткі нүктелері триангуляция немесе полигонометрия қосындарына (координаталары белгілі нүктелеріне) жалғасқан. Осы екі жағдайды қарастырайық.

Тұйықталған жүріс бұрыштарын өлшегеннен кейін, белгілі геометриялық формула арқылы көп бұрышты тұйықталған полигонның ішкі бұрыштарының қосындысын тексеруге болады,

$$\Sigma\beta = 180^0 (n - 2) \quad (70)$$

мұндағы, n – өлшенетін бұрыштар саны.

Өлшеу кезінде қате кетпей тұрмайтындықтан, көп бұрышты тұйықталған полигонның ішкі бұрыштарының теория жүзіндегі қосындысы $\Sigma\beta_{теор}$, өлшенген бұрыштардың қосындысына тең болмай шығады, яғни біршама – бұрыштық қиылыспаушылық қатесі f_β пайда болады,

$$f_{\beta} = \Sigma \beta_{\text{олш}} - 180^{\circ} (n - 2), \quad (71)$$

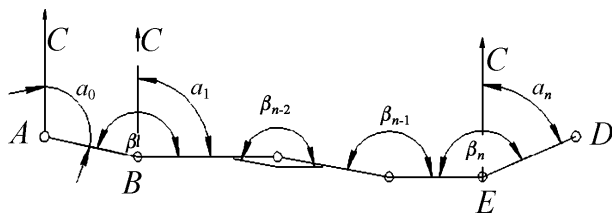
мұндағы $\Sigma \beta_{\text{олш}}$ – өлшенген бұрыштардың қосындысы.

Бұрыштық қиылыспаушылықтың шектік шамасы, арнаулы нормативтік құжаттар негізінде қолданылған аспап, қандай жағдайда және қандай әдіспен өлшенгендіктерін еске ала отырып қабылданады. Тұйықталған теодолиттік жүріс полигонында, бұрыштық қиылыспаушылық қатесі төмендегі формуламен есептелген шамадан аспауы керек:

$$f_{\beta} = 1,5 t \sqrt{n}, \quad (72)$$

мұндағы t – есеп алу құрылғысының дәлдігі;
 n – полигон ішіндегі бұрыштар саны.

Егер бұрыштық қате есептелген шектік шамадан аспаса немесе оған тең болса, онда оны тең етіп бөліп, барлық бұрыштарға кері таңбамен қосып жазады. Полигонның қысқа қабырғалары арасындағы бұрыштарды еске ала отыру керек. Себебі қысқа қабырғалы бұрыштарды өлшеу дәлдігі төмен болады, яғни бұл бұрыштарға қатенің біршама көбірек бөлігі тиесілі деп есептеген жөн.



41-сурет. Тұйықталмаған теодолиттік жүрісте бұрыштық қиылыспаушылықты анықтау тәсімі

Енгізілген түзетулердің қосындысы қиылыспаушылық қатесінің кері шамасына, ал түзетілген бұрыштар қосындысы, оның теориялық қосындысына тең болулары керек.

Тұйықталмаған полигонда бұрыштық қиылыспаушылығы төмендегі ретпен есептеледі (41-сурет).

Айталық, тұйықталмаған теодолиттік жүріс A және D нүктелері арасында жүргізілген, полигонның AB және ED

қабырғаларының дирекциондық бұрыштары a_0 және a_n белгілі. Тура және кері дирекциондық бұрыштардың байланысын пайдаланып, меридиандардың жақындасу бұрышын есепке алмастан, 41-суретке қарап былай жазуға болады:

$$\begin{aligned} a_1 + \beta_1 &= a_0 + 180^0; \\ a_2 + \beta_2 &= a_1 + 180^0; \\ &\dots\dots\dots \\ a_n + \beta_n &= a_{n-1} + 180^0, \end{aligned}$$

осыдан

$$\begin{aligned} a_1 &= a_0 + 180^0 - \beta_1; \\ a_2 &= a_1 + 180^0 - \beta_2; \\ a_n &= a_{n-1} + 180^0 - \beta_n. \end{aligned} \tag{73}$$

70-тендеуден дирекциондық бұрышты есептеудің негізгі ережесін байқауға болады: *Келесі қабырғаның дирекциондық бұрышы (азимуты) тең болады, алдыңғы қабырғаның дирекциондық бұрышы, қосылған 180^0 , алынған жүріс бағытымен оң жақтағы бұрыш.*

Яғни, 70-тендеудің әр мүшесін қосып және ұқсас мүшелерін келтіре отырып, табатынымыз,

$$\begin{aligned} a_n - a_0 &= n \cdot 180^0 - \Sigma\beta_{теор}, \\ \Sigma\beta_{теор} &= (a_n - a_0) + n \cdot 180^0. \end{aligned}$$

Яғни, *тұйықталмаған теодолиттік жүріс бұрыштарының қосындысы $\Sigma\beta_{теор}$ тең болады, бастапқы және соңғы қабырғалардың дирекциондық бұрыштарының айырмасы, қосылған 180^0 , көбейтілген бұрыштар санына.*

Өлшеу нәтижесінде іс жүзіндегі бұрыштардың қосындысы $\Sigma\beta_{теор}$, теориялық қосындысынан өзгеше болатындықтан, бұрыштық қиылыспаушылық қатені төмендегі формуламен есептеуге болады:

$$f_\beta = (\alpha_n - \alpha_0) + \Sigma\beta_{олш} - n \cdot 180^0. \tag{75}$$

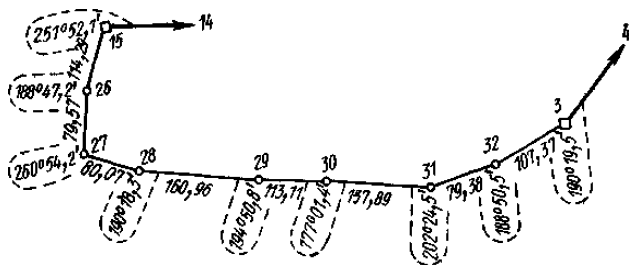
Мысал. Тұйықталмаған теодолиттік жүрістің бастапқы 14-15 қабырғасының дирекциондық бұрышы белгілі болғанда, оның

басқа қабырғаларының дирекциондық бұрыштарын анықтау керек (41-сурет).

Бастапқы қабырғасының дирекциондық бұрышы $a_0 = 284^{\circ}58,5'$ және 3-4 соңғы қабырғасының дирекциондық бұрышы $a_n = 59^{\circ}42,7'$. Есептеулер нәтижесі 6-кестеде келтірілген.

Полигонның өлшенген бұрыштарының қосындысы $\hat{\alpha}b_{\text{олш}} = 1845^{\circ}15,8'$ тең болып шықты, ал теориялық қосындысы тең болады $\Sigma\beta_{\text{теор}} = 1845^{\circ}15,8'$.

Осындай берілімдер негізінде бұрыштық қиылыспаушылық 72-формулаға сай, $f_{\beta} = 59^{\circ}42,7' - 284^{\circ}58,5' + 1845^{\circ}15,8' - 1620^{\circ} = +2,7'$.



42-сурет. Тұйықталмаған теодолиттік жүрістің тәсімі

69-формулаға сай жарамды қиылыспаушылық шамасы $2t = 1'$ және $n = 9$ болғандықтан тең болады,

$$f_{\beta} = 1' \sqrt{9} = 1' \cdot 3 = \pm 3',$$

сондықтан полигон бұрыштары керекті дәлдікпен өлшенді деген қорытындыға келіп, қиылыспаушылықты тең етіп, кері таңбамен

барлық бұрыштарға бөліп жазады, $\frac{-2,7'}{9} = -0,3$.

Дирекциондық бұрыштарды төмендегі ретпен есептейді:

$$\begin{array}{r}
 284^{\circ}58,5' \\
 + \frac{180^{\circ}00'}{464^{\circ}58,5'} \\
 \hline
 251^{\circ}51,8' \\
 213^{\circ}06,7' \\
 + \frac{180^{\circ}00'}{393^{\circ}06,7'} \\
 \hline
 188^{\circ}16,9' \\
 204^{\circ}19,8' \\
 + \frac{180^{\circ}00'}{384^{\circ}19,8'} \\
 \hline
 260^{\circ}53,9' \\
 123^{\circ}25,9'
 \end{array}$$

әрі қарай осы ретпен.

Егер дирекциондық бұрыш 360° асып кетсе, онда одан 360° алып тастайды.

43 ә-суретте жұмыс және есептеу кездеріндегі жіберілген қателердің әсерінен I нүкте I' нүктесіне ауысады, осы ауысу $I-I' = \Delta P$ болады. 43 ә-суреттен, ΔP шамасы тік бұрышты үшбұрыштың гипотенузасы ретінде анықталады,

$$\Delta P = f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (77)$$

f_s шамасы, полигон P периметрінің ішіндегі *сызықтық қиылыспаушылық* деп аталса, f_s/P шамасы полигонның *салыстырмалы қиылыспаушылығы* деп аталады. $\frac{f_s}{P}$ шамасын алымы бірге тең бөлшекпен өрнектейді, яғни

$$\frac{f_s}{P} = \frac{1}{\frac{P}{f_s}} = \frac{1}{N}. \quad (78)$$

Инженерлік-геодезиялық жұмыстарда іс жүзінде салыстырмалы қиылыспаушылықтың (немесе салыстырмалы қатенің) мәні үлкен, себебі осы түсінік арқылы өлшенген бұрыштық және сызықтық шамалардың сапасы бағаланады. Сондықтан теодолиттік жүрістің сызықтық салыстырмалы қиылыспаушылығы 1:2000 қатынасындай деп бекітілген (негізделген).

6-кесте

Нүктелер реті	Өлшенген бұрыштар және түзетулер		Дирекциондық бұрыштар		Румбтар			Жазық арақашықтық, м	Координата өсімшелері және түзетулері, м		Координаталары, м	
	0	/	0	/	Аты	0	/		Δx	Δy	X	Y
14		-0,3	284	58,5	-	-	-	-	-	-	-	-
15	251	52,1							-2	-5	+318,83	-825,76
		-0,3	213	06,7	ЮЗ	33	06,7	114,29	-95,73	-62,42		
26	188	47,2							-1	-4	+223,08	-888,23

		-0,3	204	19,8	ЮЗ	24	19,8	79,57	-72,50	-32,78		
27	260	54,2							-1	-4	+150,67	-921,05
		-0,3	123	25,9	ЮВ	56	34,1	80,07	-44,12	+66,82		
28	190	18,3							-3	-7	+106,44	-854,27
		-0,3	113	07,9	ЮВ	66	52,1	160,96	-63,24	+148,02		
29	194	50,8							-2	-5	+43,17	-706,32
		-0,3	98	17,4	ЮВ	81	42,6	113,11	-16,33	+111,92		
30	177	01,4							-2	-6	+26,82	-594,45
		-0,3	101	16,3	ЮВ	78	43,7	137,89	-26,97	+135,23		
31	202	24,5							-1	-3	-0,17	-459,28
		-0,3	78	52,1	СВ	78	52,1	79,38	+15,33	+77,88		
32	188	50,5							-2	-4	+15,15	-381,48
		-0,3	70	01,9	СВ	70	01,9	107,37	+36,67	+100,92		
3	190	19,5									+51,80	-280,55
4			59	42,7								

1845 18,5 (өлш)

$1845^0 - 15,8$ (теор)

$f_b = +2.7'$

$P = 872,6 \quad -266,89 \quad +545,59$

$+267,03 \quad -545,21$

$f_x = +0.14 \quad f_y = +0.38$

$f_{\text{шек}} = \pm 3'$ Периметрдегі қиылыспаушылық $f_s = \sqrt{+(0,14)^2 + (0,38)^2} = 0.40 \text{ м}$

Салыстырмалы қиылыспаушылық $\frac{f_s}{P} = \frac{0.40}{872.6} \approx \frac{1}{2200}$.

Шекті салыстырмалы қиылыспаушылық $\leq \frac{1}{2000}$

Қиылыспаушылықты кері таңбамен, жүрістің әр қабырғасының ұзындықтарына сәйкес (пропорционалды түрде) бөледі. Түзетулердің қосындысы қиылыспаушылықтың кері таңбалы шамасына тең болуы керек. 43 а-суреттегі полигонның түзетулерін келесі ретпен есептейді:

$$\left. \begin{aligned} \delta x_1 &= \frac{f_x}{P} d_1; \\ \delta x_2 &= \frac{f_x}{P} d_2; \\ \delta x_3 &= \frac{f_x}{P} d_3; \\ \delta x_4 &= \frac{f_x}{P} d_4; \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \delta y_1 &= \frac{f_y}{P} d_1; \\ \delta y_2 &= \frac{f_y}{P} d_2; \\ \delta y_3 &= \frac{f_y}{P} d_3; \\ \delta y_4 &= \frac{f_y}{P} d_4. \end{aligned} \quad (79)$$

42-суретте көрсетілген полигонның координаталарын есептеуді қарастырайық. Мұнда бастапқы берілімдер 15 және 3 нүктелер, олардың дирекциондық бұрыштары (15 - 14) және (3 - 4). Жүрістің соңғы нүктесінің (3) координаталары формула арқылы есептеледі:

$$\left. \begin{aligned} X &= X_{15} + \sum_1^n \Delta x; \\ Y &= Y_{15} + \sum_1^n \Delta Y, \end{aligned} \right\} \quad (80)$$

осыдан

$$\left. \begin{aligned} \sum \Delta x_{\text{теор}} &= X_3 - X_{15}; \\ \sum \Delta y_{\text{теор}} &= Y_3 - Y_{15}; \end{aligned} \right\} \quad (81)$$

Егер сызықтық және бұрыштық өлшемдер дұрыс өлшенген болса, онда (78) және (79) теңдеулер дұрыс болып есептеледі. Іс жүзінде барлық өлшеулер қандай да бір қатемен атқарылады, сондықтан оны анықтау келесі формуламен анықталады:

$$\left. \begin{aligned} \left[\sum_1^n \Delta x_{\text{ецен}} - (X_3 - X_{15}) \right]; \\ \left[\sum_1^n \Delta y_{\text{ецен}} - (Y_3 - Y_{15}) \right], \end{aligned} \right\} \quad (82)$$

мұндағы f_x, f_y – x және y осьтері бойынша тұйықталмаған теодолиттік жүрістің координата өсімшелерінің сызықтық қиылыспаушылықтары.

Координата өсімшелеріндегі шектік (абсолюттік) қатесі:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}. \quad (83)$$

Теодолиттік жүріс өсімшелерін байланыстыру және координаталарын есептеу 6-кестеде келтірілген, арнаулы координаталар есептеу журналында атқарылады.

§7.4 Кері геодезиялық есеп

Іс жүзінде жобалық берілімдерді жер бетіне қадалау (түсіру) үшін екі нүктенің тік бұрышты координаталары арқылы, олардың арасындағы сызықтың дирекциондық бұрышын және ұзындығын анықтауға тура келеді. Осындай есептерді шығару кері геодезиялық есептің мәнін құрайды.

Айталық, A және B нүктелерінің координаталары белгілі (40-суретті қараңыз), сонда ABC үшбұрышынан a дирекциондық бұрышын мына формуламен анықтайды:

$$\operatorname{tga} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}. \quad (84)$$

84-формуланың оң жағындағы бөлшектің алымы және бөлімінің мәндері арқылы AB сызығының румб атауын (ширек атын), яғни дирекциондық бұрышын табуға болады.

AB арақашықтығын есептеу үшін төмендегі формулалардың бірі қолданылуы мүмкін:

$$d = \frac{\Delta y}{\sin \alpha} = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \frac{X_B - X_A}{\sin \alpha} = \frac{Y_B - Y_A}{\cos \alpha}; \quad (85)$$

$$d = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}. \quad (86)$$

Кері геодезиялық есепті шығару үшін, бес таңбалы логарифмдық немесе тригонометриялық функциялардың кестесі қолданылуы мүмкін.

Есептеу жұмыстарын механикаландыру және автоматтандыру жетістіктерінің арқасында кері геодезиялық есепті төменгі формуламен есептеу оңтайлы:

$$\left. \begin{aligned} d &= \Delta x \operatorname{sec} a = \Delta y \\ d &= \Delta x \operatorname{sec} r = \Delta y \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\operatorname{cosec} a; \\ &\operatorname{cosec} r. \end{aligned} \quad (87)$$

Бұл формуламен есептеу нәтижесі дәлірек болады, себебі *seca* және *cosesa* мәндері, *cos* пен *sin*-қа қарағанда көп орынды цифрлармен өрнектеледі.

Кері геодезиялық есептің қолданылу аясы кең, мысалы, *A* және *B* нүктелері арасындағы *d* арақашықтығын өлшеу мүмкін болмаған жағдайда (сулы кедергілер) оны есептеп табу. Кейде нүктелер бір-бірінен көрінбей тұрғанда, ол жерде бағыт беру, мысалы, *AB* бағытын жер бетінде көрсету, нұсқау, т.т.

Мысал. *A* және *B* нүктелерінің координаталары берілген:

$$\begin{aligned} X_A &= +92,38 \text{ м}; & Y_A &= +73,12 \text{ м}; \\ X_B &= +47,37 \text{ м}; & Y_B &= +100,42 \text{ м}. \end{aligned}$$

AB бағытының дирекциондық бұрышын a_{AB} және $AB = d$ арақашықтығын есептеу табу керек.

Шешімі.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{100,42 - 73,12}{47,37 - 92,38} = \frac{+27,3}{-45,01} = -0,60653,$$

$$\alpha = 180^\circ - 31^\circ 14,3' = 148^\circ 45,7';$$

$148^\circ 45,7'$ дирекциондық бұрышының румб аты ОШ, мәні $31^\circ 14,3'$;

$$d = \frac{\Delta y}{\sin \alpha} = \frac{27,3}{0,51860} = 52,64 \text{ м};$$

$$d = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \frac{45,01}{0,85501} = 52,64 \text{ м};$$

$$\begin{aligned} d &= \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \\ &= \sqrt{27,3^2 + 45,01^2} = 52,64 \text{ м}. \end{aligned}$$

§ 7.5 Координаталық торды және полигонды құру (салу)

Құрылыс алаңында қадалау және түсіру жұмыстарын атқару үшін жүргізілетін теодолиттік жүрістің нүктелерін (қосындарын) планға дирекциондық бұрыштары, арақашықтықтары, сонымен бірге координаталары арқылы салуға болады. Алайда, іс жүзінде көбінесе координаталары арқылы салады, өйткені алдағы әдістің графикалық салу дәлдігі төмен.

Теодолиттік түсірістің әр нүктесін, оның басқа нүктелеріне байланыссыз салады. Сонда нүктелерді дирекциондық бұрышы және ұзындықтары арқылы планға салуда көбейе беретін жүйелі қателер сияқты қателер орын алмайды.

Координаталар үлкен (көп қатарлы) цифрлардан тұратындықтан, оларды координаталар басынан ұзын перпендикуляр сызықтар арқылы планға салу қиындықтарға әкеліп соғады, оның үстіне нүктелерді салу дәлдігі және жұмыс өнімділігі төмендейді. Сондықтан координаталық торды жүйелі шаршы ретінде, яғни қабырғаларын 10×10 см етіп салады. Мұнда, геодезист үшін план бетінде теодолиттік жүріс нүктелерін, сонымен бірге сол аймақтағы бас планның барлық нысандарын дұрыс орналастыру ең жауапты жұмыс түрлері болып есептеледі. Бұл жұмысты 42-суретте көрсетілген теодолиттік жүрістің мысалына сүйене, 6-кестедегі берілімдерді пайдаланып іске асыруға болады.

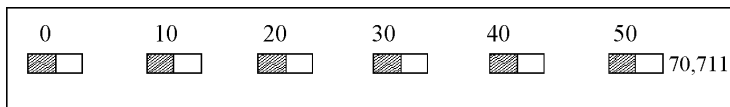
Ол үшін, абсцисса (x осі) осі бойынша координаталар мәнінің ең үлкен және ең кіші шамаларын қосып, нәтижесінде осы ось бойындағы ең ұзын шамасын анықтаймыз: $318,83 + 0,17 = 319$ м. Әрі қарай ординат осі бойынша керекті шаманы анықтаймыз: $921,05 + 0 = 921,05$ м. Құрылыс алаңдарында теріс мәнді координаталарды өте сирек қолданатынын еске ұстаған жөн.

Сонымен, келтірілген мысалда 1:1000 масштабты план құратын болсақ, онда бізге ұзындығы 92 см, ені 32 см план (қағаз) керек екен, мұнда план жиегіндегі жазулар мен өрнектерге, шартты белгілерге, ескертпелерге, т.с.с. орын қалдыру керек екенін ұмытпау керек.

Координаталар торын құру үшін, арнаулы Ф. В. Дробышев немесе ЛБЛ сызғышын және штангенциркулін пайдаланады.

Координаталық торды штангенциркуль және масштабтық сызғышты пайдаланып құру. Сызу қағазының бір бұрышынан

екінші бұрышына қарай екі диагональ сызықтар жүргізеді де, олардың қиылысқан нүктесінен диагональдар бойымен, план шетінде 2 – 3 см қалдыра отырып тең кесінділер салады. Осы құру нәтижесінде алынған нүктелерді қоссақ, тік төртбұрыш пайда болады.



44-сурет. Дробышев сызғышы

Тік төртбұрыш төбесінен бастап олардың қабырғалары бойымен 10 см кесінділерді белгілейді де, оларды келесі беттегі қарсы нүктелерімен қоссақ, координаталар торының жүйесі шығады. Әр тор қабырғаларының, диагональдарының ұзындықтарын бір-бірімен салыстыра отырып, өлшегіш циркуль және масштабтық сызғыштың көмегімен тексереді.

Координаталық торды Ф. В. Дробышев сызғышы арқылы құру. Металдан жасалған Ф. В. Дробышев сызғышы іс жүзінде көп қолданылады. Бұл сызғыштың екі түрі бар: үлкенінің ұзындығы 100 см және кішісі 70,711 см. Біріншісі қабырғалары 80x60 см шаршы құруға, ал екіншісі 50x50 см координаттық шаршы тор құруға арналған. Үлкен сызғышты құру $60^2 + 80^2 = 100^2$ см, ал кішісі – $50^2 + 50^2 = 70,711^2$ см қатынастарына негізделген.

Дробышевтің кіші сызғышының құрылысын қарастырайық (44-сурет). Сызғыштың шеттері қиғаш кесілген алты төртбұрыш тесігі бар, әр төртбұрыштың арасы 10 см. Бірінші тесіктің шеті түзу кесілген де, қалғандарының шеттері, радиустары 10, 20, 30, ..., 70,71 см шеңбер доғасы іспеттес қиғаш кесілген.

ABCD тік бұрышын құру және әрі қарай қабырғалары 10 см шаршыға бөлу үшін сызғышты қағаз үстіне, шетінен 3-5 см кейінірек салып, қағаз шетіне параллель *AD* түзуін қаламмен жүргізеді (45-сурет). Осы сызық үстіне қиғаш кесілген тесік ортасын сәйкестіріп салады да, әр тесіктің шетін доға бойымен қысқа үзік сызықтармен жүргізеді, сонда доғалар *A*, *1*, *2*, *3* және *D* пайда болады. Сызықтың қысқа үзік сызықтармен қиылысқан тұстарын жайлап шаншып белгілейді. Әрі қарай сызғышты *AD* сызығына перпендикуляр *AB* жағдайына қояды және нөлдік индекс штрихын көлденең сызықтың нөлдік штрих индексімен дәл келтіру

$B+$	$+I'$	$+2'+3'$	$+c$
$II+$	$+I$	$+2+3$	$+c$
$I+$	$+I$	$+2+3$	$+c$
$A+$	$+I$	$+2+3$	$*D$

45-сурет.

Дробышев сызғышымен
координаталық тор көз
сызу тәсімі

керек.

Тесіктердің қиғаш кесілген доғасымен штрихтар жүргізеді, сонда A , I , II , және B штрихтары пайда болады. Осыдан кейін сызғышты BD гипотенуза бойымен, яғни бірінші тесіктің нөлдің штрихы B штрихымен, ал бесінші тесіктің шеті D штрихымен дәл келулері керек. Осы жағдайда B және D доғаларын сызады. Нәтижесінде A нүктесінде тік бұрышты үшбұрыш BAD құрылады. Осын-

дай ретпен BD гипотенузасы және екінші C нүктесі үстінде тік бұрышты BCD пайда болады. Қарсы беттегі өзіне сәйкес штрихтарды түзу сызықтармен қоссақ, дециметрлік координаталар торы құрылады. Әр шаршының диагональдарын өлшеп, оның дұрыс құрылғандығына (салынғанын тексереді) көз жеткізеді.

Нүктелерді координаталары арқылы планға салу. Керекті шаршы ішінде, берілген масштабта x мәнін шаршының екі жағынан өлшеп, белгі салады; әрі қарай y мәнін шаршының төменгі және жоғарғы негіздері (табандары) үстінде белгілейді. Шаршы қабырғаларындағы белгіленген нүктелерді қосқан сызықтардың қиылысқан нүктесі, іздеп отырған нүктенің орны болып саналады. Салыну дұрыстығын, іргелес нүктелердің арақашықтықтары арқылы тексеріп отырады. Теодолиттік жүріс төбелерінің орындарын жеңіл шаншып белгілеп, қаламмен айналдыра дөңгелектейді (радиусы 1,5 мм).

Бақылау сұрақтары:

1. Координаталар жүйесінің қандай түрлерін білесіз?
2. Жер бетін жазықтықпен ауыстыру қандай формуламен іске асады?
3. Тура және кері геодезиялық есептер арқылы нені табуға болады?
4. Полярлық координаталар дегеніміз не?
5. Координаталар өсімшелері дегеніміз не?
6. Планға координаталық тор көз қалай салынады?
7. Дробышев немесе ЛБ сызғыштары не үшін керек?
8. Бұрыштық қиылыспаушылық қатесі қалай бөлінеді?
9. Кері және тура геодезиялық есептер дегеніміз не?
10. Сызықтық қате қалай бөлінеді?

VIII тарау

ГЕОМЕТРИЯЛЫҚ НИВЕЛИРЛЕУ

§ 8.1 Нивелирлеу туралы түсінік. Нивелирлеу түрлері

Нивелирлеу деп өлшеу нәтижесінде екі немесе бірнеше нүктелердің бір-бірінен өсімшелерін (биіктігін немесе төмендігін) анықтауды айтады. Бір нүктенің абсолюттік биіктігі (деңгей беттен биіктігі) белгілі болса, сол арқылы басқа нүктелердің абсолютті биіктіктерін нивелирлеу (нивелир аспабын пайдалана отырып) арқылы оңай табуға болады. ТМД елдерінде абсолюттік биіктік ретінде Кронштадт футштогінің нөлі алынған. Бұл нөлдік шама көп жылғы бақылау нәтижесінде белгіленген.

Осыған дейін сызықтық және бұрыштық өлшемдер арқылы нүктелердің пландық (жазықтықтағы) орындарын анықтау сұрақтары қаралды. Бірақ та инженерлік құрылыстарды жобалау немесе құрылыс-монтаждау жұмыстарын геодезиялық жұмыстармен қамтамасыз етуде нүктелердің пландық орындарын ғана анықтау (білу) жеткіліксіз. Ұзынабойлық трассаның (темір және авто жолдар, әртүрлі каналдар, электр, байланыс желілері, т.т.) профиліндегі нүктелердің өсімшелері арқылы ғана, сол трассаны көзге елестетуге болады, яғни трассанының сипаттамасын, онда істелетін, істелген жұмыс көлемін көрнекі түрде байқай аласыз. Сондықтан нивелирлеу жұмысы ғимараттар мен құрылыстарды жобалау және салу кездерінде, олардан ажыратуға болмайтын маңызды геодезиялық жұмыс түріне жатады.

Биіктік өсімшесінің қандай әдіспен анықталуына байланысты, нивелирлеу бірнеше түрге бөлінеді: геометриялық, тригонометриялық, физикалық, механикалық және стереофотограмметриялық нивелирлеу әдістері.

Геометриялық нивелирлеу. Геометриялық нивелирлеу жақын екі нүктенің бір-бірінен биіктігін, аспаптың жазық көздеу осі арқылы анықтау болып саналады. Барлық нивелирлеу түрлеріне қарағанда геометриялық нивелирлеу ең дәлірегі. Бұл нивелирлеу түрі жер бетін тік жазықтықта түсіруде, ізденіс жұмыстарында, жобалауда және әртүрлі инженерлік құрылыстарды салуда, құ-

рылыс конструкцияларын, технологиялық жабдықтарды, с.с. монтаждау (құрастыру) кездерінде кеңінен қолданылады.

Тригонометриялық (геодезиялық) нивелирлеу. Бір-бірінен биіктігі анықталмақшы екі нүкте, арақашықтықты және осы екі нүкте арасындағы көлбеу бұрышты өлшеу арқылы, сол екі нүкте арасындағы өсімшені анықтау болып табылады. Тригонометриялық нивелирлеу жер бетінің бедерін (рельефін) түсіру үшін, сол аймақтағы биіктік түсіру негіздерін құру кездерінде пайдаланылады. Сонымен бірге тригонометриялық нивелирлеудің дәлдігі, құрылыс-монтаждау жұмыстарын геодезиялық жұмыстармен қамтамасыз етуге де жарайды.

Физикалық нивелирлеу барометрлік, гидростикалық және радиолокациондық болып үш түрге бөлінеді.

Барометрлік нивелирлеу кезінде нүктенің абсолюттік биіктігін, атмосфераның қысымын әртүрлі барометр аспаптарымен өлшеу арқылы табады. Барометрлік нивелирлеу дәлдігі жағынан геометриялық, тригонометриялық нивелирлеулерден төмен (нивелирлеу қатесі 1–2 м жетуі мүмкін). Сондықтан барометрлік нивелирлеу әртүрлі шолу, бақылау (рекогносировка) жұмыстары кезінде қолданылады.

Гидростатикалық нивелирлеу бір-біріне жалғасқан екі түтік (кұбыр) ішіндегі сұйық деңгейлерінің айырмасын анықтауға негізделген. Арнаулы жабдықпен және ыңғайлы жағдай туғызған кезде гидростатикалық нивелирлеу үлкен дәлдікті береді. Технологиялық жабдықтарды орнату, әртүрлі ғимараттардың шөгуді анықтау кездерінде гидростатикалық әдіс жұмысты анағұрлым тездетуі мүмкін.

Радиолокациондық нивелирлеу кезінде нүктелердің абсолюттік биіктіктерін ұшу аппаратарының (ұшақ, тік ұшақ, жер серігі, ауа шарлары, т.т.) ішінде орналасқан радиолокациондық аспаптардың көмегімен анықтайды. Бұл нивелирлеуді *аэроадионивелирлеу* деп атайды. Нивелирлеу дәлдігі жоғары емес, орташа ойлы-қырлы жерлерді нивелирлеуде $\pm 5 - 10$ м қателік жіберуі мүмкін.

Механикалық нивелирлеу кезінде арнаулы аспаптың көмегімен жер бетінің профилін механикалық әдіспен салып отырады. Бұл аспапты велосипедте, автомобилде, және сондай көліктерде орнатылуы мүмкін. Көлікті жылжыту кезінде, оған орнатылған аспап арақашықтықты, биіктікті есепке ала отырып, жер беті-

нің профилін қағазға түсіреді. Бұл нивелирлеу түрі көбінесе ізденіс жұмыстарында және темір жолдарды тексеру кездерінде қолданылады. Нивелирлеу дәлдігі 1 шқ жүріске $\pm 0,2 - 0,3$ м.

Стереофотграмметриялық нивелирлеу кезінде жер бетінің аспаннан немесе жер бетінен түсірілген егіз екі суреті арқылы жазық координаталарымен бірге салыстырмалы биіктіктерін анықтайды. Бұл нивелирлеу түрі аэрофото және фототеодолиттік түсіріс нәтижелері негізінде топографиялық пландар және карталарды жасауда кеңінен қолданылады.

§ 8.2 Геометриялық нивелирлеу әдістері

Геометриялық нивелирлеу, көздеу осінің жазықтығын қамтамасыз ететін нивелир аспабы және биіктігі анықталмақшы нүктелердің үстіне тік орнатылған рейкалар арқылы іске асады. Нивелир аспабымен рейканың бір-біріне қарағандағы орналасуларына сәйкес, нивелирлеу екіге бөлінеді: «ортадан» және «алға» нивелирлеу.

Ортадан нивелирлеу. Бұл жағдайда нивелир A және B нүктелерінен бірдей қашықтықта, яғни екі нүктенің ортасына орнатылады (46-сурет). Егер A нүктесінің абсолюттік биіктігі белгілі болса, соңғы (3) және алдыңғы (II) екі нүктенің үстіне орнатылған рейкалардан алынған есептерді пайдалана отырып, төмендегідей жазуға болады,

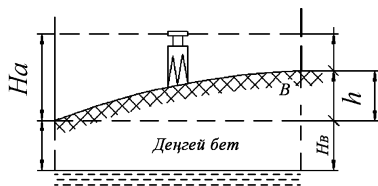
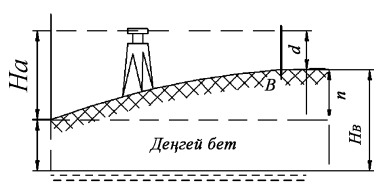
$$\left. \begin{aligned} h &= 3 - II; \\ H_B &= H_A + h. \end{aligned} \right\} \quad (88)$$

Яғни, екі нүкте арасындағы өсімше соңғы (3) және алдыңғы (II) рейкалардан алынған есептердің айырмасына тең болады. Өсімше оң (+) және теріс (–) мәнді болып келеді. Мысалы, B нүктесінен A нүктесіне қарай бағытталған жүрісте h теріс (–) мәнді.

Нүктелердің биіктігін аспап деңгейі (ГИ) арқылы анықтау жиі кездеседі және де жеңілірек. Аспап деңгейі (ГИ) дегеніміз – көздеу осінің деңгейлік беттен биіктігі, ол келесі формуламен анықталады,

$$\left. \begin{aligned} ГИ &= H_A + 3; \\ H_A &= ГИ - 3. \end{aligned} \right\} \quad (89)$$

Яғни, аспап деңгейі (ГИ) соңғы нүктенің биіктігіне, осы нүктенің үстіне қойылған рейкадан алынған есепті қосқанға тең.



46-сурет. Ортадан нивелирлеу тәсімі **47-сурет.** Алға нивелирлеу тәсімі

Аспап деңгейі арқылы биіктікті анықтау сызықтық инженерлік құрылыстардағы ізденіс және құрылыс алаңдарында бір нүктеден (бір станциядан) бірнеше биіктіктерді анықтау кездерінде жиі қолданылады.

Алға нивелирлеу. Бұл әдіс кезінде нивелирді A нүктесінің үстіне, оның окуляры бір тік сызықтың үстінде тұратындай етіп орнатады да, аспап биіктігін (i) өлшейді. B нүктесінің үстіне рейканы орнатады да, v есебін алады. Сонда A және B нүктелерінің бір-бірінен өсімшесі (47-сурет),

$$h = i - v, \quad (90)$$

яғни «алға» нивелирлеу нәтижесінде, өсімше аспап биіктігі алынған рейкадан алынған есепке тең болады.

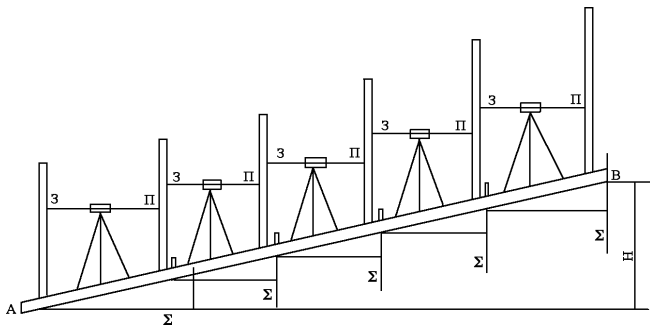
Инженерлік геодезия жұмыстарында бұл әдіс жиі қолданылмайды, себебі аспап биіктігін өлшеу дәлдігі төмен және күрделі.

§ 8.3 Қарапайым және күрделі нивелирлеу

Егер ортадан нивелирлеуде өсімше анықтау бір-ақ станциядан (тұрақтан) атқарылатын болса, онда мұндай нивелирлеуді *қарапайым нивелирлеу* дейді. Ал егер A және B нүктелерінің арасында өсімше анықтау бірнеше тұрақтан атқарылатын болса, мұндай нивелирлеуді *күрделі нивелирлеу* дейді (48-сурет).

Тұрақ саны, бастапқы A және соңғы B нүктелері арасындағы жер бедеріне және олардың арақашықтығына байланысты болады. Жер бедері құлдилаамалы тұстарда, нивелирден рейкаға дейінгі арақашықтықты таңдағанда, көздеу осі рейкадан асып

кетпегенін немесе өз жолында жер көрініп («жерге ұрмағанын») тұрмағандығын қадағалап отырады. Станцияларды (нивелир орнататын нүктені) рейкаларды басып өтетін сызықтың тура үстіне қою қажет емес.



48-сурет. Күрделі нивелирлеу тәсімі

Мұнда нивелирді нивелирленуші трассадан тыс қоя береді, тек қана шартты түрде рейкаға дейінгі арақашықтықтар мүмкіндігінше тең болғанын қадағалап отырады.

A және B нүктелерінің арасындағы күрделі нивелирлеу (43-сурет) кезіндегі H өсімшесі сол аралықтағы барлық өсімшелердің алгебралық қосындысына тең болады:

$$H_{AB} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5. \quad (91)$$

Іргелес нүктелердің арасындағы өсімшені «соңғы нүктеге қарау» – (З) алынған «алдыңғы нүктеге қарау» - (П) ережесі бойынша анықталатын болса, онда бастапқы A және соңғы B нүктелері арасындағы күрделі нивелирлеу нәтижесінде табылған өсімше, рейкалардан алынған барлық соңғы есептер (ΣZ) алынған барлық алдыңғы есепке ($\Sigma П$) тең болады, яғни

$$H_{AB} = \Sigma Z - \Sigma П. \quad (92)$$

§ 8.4 Биіктік белгілерінің түрлері

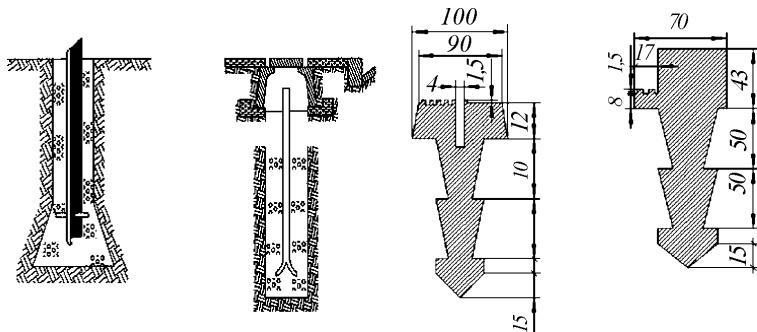
Құрылыс алаңдарында геодезиялық жұмыстарды атқару кездерінде, сол алаңда (оның маңында) орналасқан геодезиялық белгілердің (пандық түсіріс нүктелерінің, биіктік реперлерінің) көпке шыдамдылығына, сақталынуына ерекше көңіл бөлінді,

себебі бұл белгілердің бұзылуы немесе жоғалып кетуінен, істелген геодезиялық жұмысты қайталап атқару ғана емес, кейде бүтін бір кешенді инженерлік-геодезиялық жұмысты қайталауға әкеліп соғады.

Геодезиялық биіктік белгілері екі топқа бөлінуі мүмкін: *жерге орнатылған* (қағылған) және *қабырғалық*.

Уақытша белгілер – жерге, ғимарат немесе құрылыс қабырғаларына, кесілген ағаш түбірлеріне, үлкен тастарға, арматуралар қағылған (орнатылған) ағаш бағаналар, металл құбырлар, соғылған шегелер және с.с.

Тұрақты жерлік (жерге орнатылған) белгілер (реперлер) – бұлар жерге қазып орнатылған бетонды монолит. Белгінің бетоннан шығып тұрған ұшын жарты сферадай қылып ұштап қояды да, осы нүктені пландық және биіктік нүктесі ретінде пайдаланады. Бетон лай қоспасына кейде арматураның орнына рельсті салады, бірақ алдын ала оның да ұшын биіктік репері ретінде қолдануға ыңғайлы болатындай етіп өңдейді (49 ә-сурет).



49-сурет. Жерлік биіктік белгілері.
а-рельсті монолит ә-арматуралы монолит, қақпақты

50-сурет. (а) қабырғалық марка және қабырғалық репер (ә)

Құрылыс алаңдарында кеңінен қолданылып жүрген жерлік реперлердің жоғары ұшы, биіктік белгісі ретінде пайдаланады, ол бұзылмас үшін құйылған темір қақпақпен жабылған.

Жерлік белгілерді орнатып болған соң, оны жақын маңдағы заттарға (құрылыс нысандарының айтулы нүктелеріне) үш-төрт өлшеулермен байланыстыра отырып, сызба-суретін салып, құжат ретінде сақтайды.

Тұрақты қабырғалық биіктік белгілерінің (маркалар және

реперлердің) 50-суретте көрсетілгендей ортасында аспалы рейканы іліп қоятын стержень орнататын тесігі болады немесе 50 ә-суреттегідей рейканы қоятын тепкішегі болады.

§ 8.5 Нивелир аспабының түрлері

Қазіргі нивелирлерді үш түрге бөлуге болады: цилиндрлік деңгейлі; автоматты түрде қалыпты жағдайға (көздеу осі жазық жағдайға келіп тұратын) келіп тұратын; микропроцессорлы электрондық нивелирлер.

Цилиндрлік деңгейлі нивелирлер үш негізгі түрлерге бөлінеді: қатаң (глухой) бекітілген нивелирлер; дүрбісі ауыспалы және дүрбіге деңгей орнатылған; дүрбісі ауыспалы және деңгейі қондырғыға орнатылған.

Автоматты түрде қалыпты жағдайға (көздеу осі жазық жағдайға) *келіп тұратын* нивелирлер екі топқа бөлінеді: рейкадан есеп алу индексі жылжымалы нивелирлер; көздеу осін өзгерте алатын оптикалық компенсаторлы.

Цилиндрлік деңгейлі нивелирлер. Аталған нивелирлерге қойылатын негізгі талаптар, ол – көздеу осі жазық жағдайда болуы керек, яғни ол тік жазықтықта бұрылмауы (қозғалмауы) керек. Көздеу осі жазық жағдайда қозғалмайтын болып бекітілген немесе көздеу осі бойымен аударылып салынуы мүмкін. Осы шартты қадағалап отыру үшін көздеу дүрбісінің үстіне немесе бүйіріне сезімтал (теодолитке орнатылатын деңгейден көрі сезімтал) цилиндрлік деңгей орнатылады.

Іс жүзінде құрылыс-монтаждау жұмыстарын қамтамасыз етуде, НВ-1, НТ және НЛС типті нивелирлер жиі қолданылады. Солардың ішіндегі ең көп тарағаны НВ-1 нивелирі.

НВ-1 нивелирі (қазіргі кезде НВ-1 нивелирінің орнына конструкциялық аздаған ғана ерекшелігі бар НЗ нивелирі шығарылады. Жанамалы деңгейлі және элевациондық бұранда-тетігі (механизмі) бар, қатаң бекітілген нивелир. Жанамалы деңгейдің конструкциялық ерекшелігі – бақылаушы деңгей көпіршігінің екі ұшының бірге көрініп тұрғандығында, яғни егер деңгей көпіршігінің екі ұшы қатар, бір-біріне дәл келіп тұрса, онда деңгей осі жазық жағдайға келіп тұрғандығының куәсі боламыз (51-сурет).

Мұндай құрылғылық ерекшелік, дүрбі окулярынан көзіңізді алмастан деңгей көпіршігін бақылап отыруға мүмкіндік береді.

Элевациондық бұранда – тетік арқылы, көру дүрбісі тік жазықтықта аз шамаға қозғала алады.

НВ-1 нивелирі жинақы, құрылыс алаңында жұмыс істеуге ыңғайлы. Оның ерекшелігі – бақылаушы бір қарағанда рейканы, жіп торын және деңгей көпіршігін көре алады және деңгей көпіршігі ортасына келгенде бірден есеп ала алады. Яғни, еңбек өнімділігі арта түседі. НВ-1 нивелирінің деңгей бөліктерінің бағасы 20^{//}, дүрбінің үлкейту шамасы 30X болғандықтан, оны тек қана техникалық нивелирлеу жұмыстарында ғана емес, III, IV класты нивелирлеу жұмыстарында да қолдануға әбден болады.

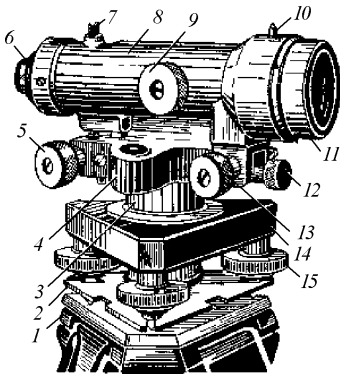
НВ-1 нивелирінің құрылысы. Бұл аспаптардың құрылысын екі бөлуге болады: жоғарғы (нивелирдің өз бітімі) және төменгі-трегер (тік осьті ұштаған қондырғы). Көру дүрбісі объективтен (11), фокустық арақашықтығын реттеп отыратын линзадан (ішінде) және окулярдан (6) тұрады. Фокустық арақашықтығын реттеу, кремальер (9) тетігі арқылы іске асады. Дүрбі объективі фокустық арақашықтығын реттеуші линзалармен бес линзадан тұратын оптикалық жүйені құрайды. Көру дүрбісіне жанама цилиндрлік деңгей

(8) және призмалық блок бір қорап ішіне орнатылған. Призмалық блок арқылы деңгей көпіршігі көру дүрбісі ішіне беріледі (бағытталады).

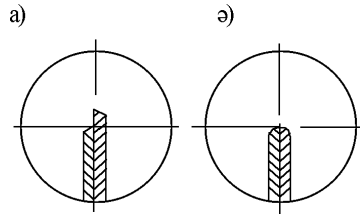
Трегердің (14) жоғары жағы аспаптың тік осі ретінде дүрбімендің (3) арқылы жалғасып бекітілген. Трегерден жоғары дөңгелек цилиндр орнатылған (4). Дүрбі орнатылған тұрақта бекітіп, босататын бұранда (12), бағыттаушы бұранда-тетік (13) және элевациондық бұранда-тетік (5) орнатылған. Трегердің төменгі жағында серіппелі пластинкаға (2) қондырылған үш көтергіш бұрандасы (15) бар.

НВ-1 нивелирінің тексерулері. НВ-1 нивелирінің тексерулеріне келесі шарттар жатады:

1. *Дөңгелек деңгейдің осі аспаптың айналу осіне параллель болуы керек.* Көтергіш бұрандалардың көмегімен деңгей көпіршігін ортасына келтіреді. Әрі қарай аспапты 180° бұрады. Сол кезде деңгей көпіршігі ортасында тұрса, онда шарттың орындалғаны. Кері жағдайда деңгейдің түзеткіш винттері арқылы



51-сурет. НВ-1 нивелирі.



52-сурет. Жанамалы деңгейдің көрінуі. (а) деңгей осі жазық жағдайда емес; (ә) деңгей осі жазық жағдайда

көпіршік қанша шамаға ауысса, соның жарты шамасына көпіршікті ауыстырады. Одан әрі көтергіш бұрандалардың көмегімен аспапты қайтадан қалыпты жағдайға келтіреді.

2. *Тор көз қыл жіптері дұрыс орнатылған болуы керек.* Аспапты қалыпты жағдайға келтіріп алып, жіп торының жазық қыл жібін жақсы көрініп тұрған нүктеге немесе рейкаға бағыттайды да, бағыттағыш бұранда-тетігімен екі жағына кезек бұрады. Осы кезде жазық қыл жіп торы таңдап алынған нүктеден ауытқитын болса, онда жіп торын дұрыстау керек.

3. *Нивелир осінің тік қалыпты жағдайында, цилиндрлік деңгейдің осі және көздеу осі тік параллель жазықтықта жатулары керек.* Нивелирді қалыпты жағдайға, оның көздеу осі бір көтергіш бұранданың тұсында тұратындай етіп орнатып, цилиндрлік деңгейдің көпіршігін ортасына келтіреді. 50-70 м қашықтықта рейка орнатып есеп алады. Әрі қарай, көздеу осіне перпендикуляр екі көтергіш бұрандаларды қарама-қарсы жаққа (3-4 бұрап) бұрап нивелирді еңкейтеді де, рейкадағы есептің өзгермегенін қадағалайды және деңгей көпіршігінің қаншаға ауысқанын бақылайды. Одан әрі рейкадағы есептер өзгермейтіндей қылып, сол көтергіш бұрандалармен нивелирді қалыпты жағдайға келтіреді. Рейкадағы есепті өзгертпей, осыған ұқсас нивелирді келесі жағына еңкейтеді. Егер еңкейту кезінде көпіршік бастары бір-біріне дәл келсе немесе бір жағына ауытқыса, онда шарттың орындалғаны. Түзету үшін цилиндрлік деңгейдің бүйіріндегі винттерді пайдаланады.

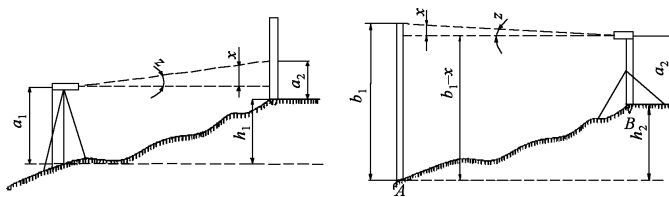
4. Дүрбінің көздеу осі, цилиндрлік деңгейдің осіне параллель болуы керек. Бұл шарт нивелирдің ең басты шарты болып есептеледі. Түзету жер бетіндегі бір сызықты екі рет нивелирлеу арқылы іске асады. Арақашықтықтары 50-70 м жерге екі A және B нүктелеріне қазықша (жоғары ұштары жер бетімен бірдей болулары керек) қағады (53-сурет). Окуляры A нүктесінің үстіне дәл келетіндей етіп нивелирді орнатады да, a_1 биіктігін өлшейді, ал B нүктесінің үстіне рейка орнатып b_1 есебін алады. Одан әрі аспаппен рейканың орындарын ауыстырып, a_2 аспап биіктігін өлшейді және рейкадан b_2 есебін алады. Егер дүрбінің көздеу осі, цилиндрлік деңгейдің осіне параллель болмаса, онда ауытқу шамасы төменгі формуламен есептеледі:

$$x = \frac{b_1 + b_2}{2} - \frac{a_1 + a_2}{2} \quad (93)$$

Егер ауытқу шамасы 4 мм аспаса, онда шарт орындалды деп есептейді.

§ 8.6 Компенсаторлы нивелирлер

Бұл топтағы нивелирлердің арнаулы, автоматты түрде көру дүрбісінің көздеу осін жазық жағдайға келтіретін – компенсатор деп аталатын құрылғысы бар.

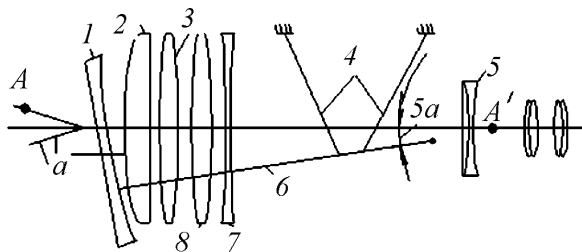


53-сурет. НЗ нивелирін тексеру тәсімі

Мұндай көздеу осі өзінен-өзі жазық жағдайға келіп тұратын нивелирлердің конструкциялық ерекшелігі, онда дәлдігі жоғары деңгей және элевациондық бұранда-тетік жоқ. Олардың орнына, аспап осі аздап еңкейген жағдайда жұмыс істей беруге болатын компенсатор орнатылған.

Нивелирдің көру дүрбісі объективінің (3) алдында екі линза орналасқан (54-сурет) оң мәнді (жазық сыртқа шығыңқы) (2)

және теріс мәнді (жазық ішке ойысқан) (1) линзалар. Оң мәнді, яғни сыртқа шығыңқы линза дүрбі объективімен бірге көмкеріліп орналасқан; теріс, яғни ішке ойысқан линза қозғалмалы тетікпен (6) болат сым – темірлерге (4) ілініп байланысқан. Линза, бір үлкен және екі кіші қарсы салмақтармен тепе-теңдік сақтауға ұмтылады (суретте салмақтар көрсетілмеген).



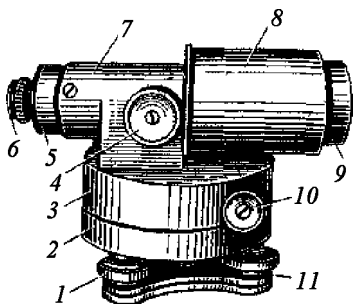
54-сурет. Көздеу дүрбісінің және компенсатордың тәсімі

Нивелирдің көру дүрбісі үш линзалы объективтен (3, 7, 8 линзалар), фокустық арақашықтықты реттеуші (5) линза, жіп торы және окулярдан тұрады. Дүрбіні a бұрышына еңкейткен кезде линза (1) көздеу осін қарама-қарсы жаққа сондай бұрышқа ауыстырады, нәтижесінде көздеу осі автоматты түрде жазық жағдайға келеді.

Мысалы, A нүктесіне көздеген кезде, көздеу осі жазықтықтан a бұрышына ауысады, ал нүктенің бейнесі тор жіп торының жазық сызығы үстінде қалғанымен A' нүктесіне ауысады. Бұл кезде теріс линза жазықтыққа сондай бұрышқа (a) ауысады да, көздеу осі түзу бағытын автоматты түрде сақтайды.

НСМ-2А, НС-4 Нивелирлері өздігінен көздеу осьтері қалыпты жағдайға келетін нивелирлерге жатады. Бұл нивелир ғалым А. В. Мещеряковтың басшылығымен құрастырылған. ± 10 минуттық көлбеулікте жұмыс істей алатын, компенсаторлы телескопиялық жүйелі нивелир (55-сурет). Көздеу дүрбісі 31,5X үлкейте алады.

Нивелир жазық жағдайға бөліктер бағасы $2'$ дөңгелек деңгей арқылы келтіріледі. Мұндай аз сезімталды деңгейдің ерекшелігі – аспапты қалыпты жағдайға келтіруді жеңілдетеді, яғни нивелирдің дұрыс орнатылмағандығын, дүрбіден көрінген бейненің нашарлығынан тез байқауға болады. Сонымен бірге,



55-сурет. НСМ-2 нивелирі

ортадан нивелирлеу әдісінде нивелир мен рейкалардың арақашықтықтығы тең болмаса да, жұмыс істей беруге болады. Бұл ерекшелік құрылыс алаңдарында, құрылыс құрамабітімдерін (конструкцияларын) және технологиялық жабдықтарды монтаждау кездерінде өте қолайлы.

НС типті нивелирлердің тексерулері. Бұл типтегі нивелирлердің тексерулері келесі шарттарды қамтиды.

1. Цилиндрлік деңгейлердің осі, нивелирдің айналу осіне перпендикуляр болуы керек. Бұл тексеруді НТ нивелирінің тексеруіндегідей іске асырады. Екінші деңгейдің көпіршігін түзету бұрандалары арқылы бірінші деңгейге қарап түзетеді.

2. Жіп торы дұрыс орнатылуы керек. Бұл тексеру НВ-1, НЗ нивелиріндегі түзету жолдарымен іске асады.

3. Көздеу сызығы жазық жазықтықта жатуы керек. Бұл негізгі тексеру екі қайталап нивелирлеу әдісімен НВ-1, НЗ нивелирлеріндегідей орындалады.

Мұндай өздігінен көздеу осьтері қалыпты жағдайға келетін нивелирлерге шетел аспаптарын да жатқызуға болады, олар – Германия фирмалары «Карл Цейсс», «Иена» шығаратын Сопі 007 және Ні 025 нивелирлері.

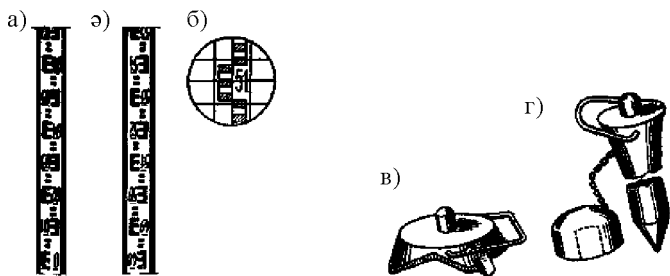
Сопі 007 нивелирінде көздеу осьтері қалыпты жағдайға ± 10 минуттық көлбеулік шамада, маятникті компенсатор арқылы келтіріледі. Көру дүрбісі – перископтық, тура бейнелі. Нивелирдің шыны лимбі бар, одан есеп окулярдың астына орналасқан микроскоп арқылы алынады.

Ні 025 нивелирінде көздеу осьтері қалыпты жағдайға оптико-механикалық компенсатор арқылы жазық жағдайға келтіріледі. Компенсатор, линзалар жүйесі ретінде жасалған, бір линза корпусқа бекітілген, ал екі тік бұрышты призмалар екі-екіден бір-бірімен айқасқан сым-темірге ілінген және ауалы демфермен жабдықталған.

Компенсаторлы нивелирлерді Япония, Швеция, Чехия сияқты елдерде де шығарады.

§ 8.7 Нивелирлік рейкалар және қазық-қадалар

Рейканың құрылысы. Техникалық және III, IV кластық нивелирлеу кездерінде әртүрлі рейкалар қолданылады. РНЗ типті рейкалар ұзындықтары 1,5 м екі ағаш тақтайдан құралып, шарнирмен жалғасқан; рейкалар бір бүтін тақтайдан да жасалуы мүмкін, ұзындығы 3 м. Рейкаға сантиметрлік цифрлармен белгіленген бөліктері салынады. Бөліктер және сантиметрлік жазулар рейканың бір жағына кара, бір жағына қызыл түспен салынады. Рейкалар дөңгелек деңгейлермен жабдықталады, ал ұштары (табаны) металл қаңылтырмен қапталады. Техникалық нивелирлеуде көбінесе 4 метрлік, жиналмалы РН4 типті рейкалар (әр бөлігі 2 метрлік) қоладанылады. Рейканың кара жағы 0 (нөлден) басталады, яғни рейканың табаны 0 (нөлмен) сәйкес келеді. Қызыл жағы 4687 мм басталады, яғни қызыл жағының нөлі, 4687 (әр рейканың қызыл жағы әртүрлі цифрдан басталады) дейін түсірілген деп түсіну қабылданған (56-сурет). Нивелир аспабының құрамына екі рейка кіреді. Бұл рейкалардың қызыл жағының басталуы бірдей емес, яғни ± 100 мм. Мысалы, бірінші рейка үшін, қызыл жағы 4687 басталса, екінші рейканың қызыл жағы 4787 басталады. Бұл жағдайда іргелес тұрақтарда рейканың екі жағынан есеп алып нивелирлеу кезінде, олардың арасындағы өсімше бір-бірінен кезегімен ± 100 мм өзгеше болады.



56-сурет. Нивелирлік рейкалар және нивелирлік металл башмақтар

Әр рейканың дециметрлік бөліктері цифрмен аударылып жазылған, себебі нивелирлердің көбісі кері бейнелерді беретін астрономиялық дүрбілермен жабдықталған. Рейкадан есеп алу, дүрбінің ортаңғы жазық сызығы арқылы алынады, мысалы 56 б-суретте есеп 5122 мм.

Рейкаларды тексеру (компараторда тексеру немесе компарирлеу). Жұмыс алдында рейка бөліктерінің дұрыстығын тексереді. Тексеруді бөліктері 1 мм тексергіш метрмен (кәдімгі сызғышпен) атқарады. Рейканы әртүрлі интервалда (аралықта), әр метрлік бөліктерін әуелі тура, сонан кейін кері бағытта өлшеп тексереді. Интервал ұзындығы екі есеп айырмасы ретінде анықталады. Шеткі табанына жақын жерлерін, алдымен жіңішке сызықтар жүргізіп белгілейді. Тура және кері бағытта өлшеу кезіндегі ауа қызуы өлшеніп, журналға жазылады. Метрлік бөліктерін тексергеннен кейін, дециметрлік бөліктерін тексеруге кіріседі. Техникалық нивелирлеу үшін, рейка бөліктерінің қатесі 1 мм аспауы керек.

Рейканы жоғарыда келтірілген тексеруден басқа, қара және қызыл жақтарының айырмасын тексеру атқарылады. Ол үшін 20 – 30 м жерге, төбесі тегіс қырқылған қазықша қағып, оның үстіне рейканы тік орнатып (деңгей арқылы) қара және қызыл жағынан есеп алады да, есеп айырмалары арқылы рейканың нөлдік биіктігін анықтайды. Мұндай тексеру бірнеше рет, аспаптың әртүрлі биіктігінде қайталанатын. Тексерудің орташа нәтижесі рейканың нөлдік биіктігі ретінде қабылданады.

Нивелирлеу кезінде рейканың жерге кіріп кетпеуін қадағалап отырады. Ол үшін рейканы жерге емес, төбесі тегіс қырқылған ағаш қазықшаны жермен бірдей етіп қағып, соның үстіне ұстайды. Ағаш қазықшаның орынына металл қазықшалар (арматура кесінділері) немесе нивелирлеуге арнаулы дайындалған башмақтар, т.с.с. заттар қолданылады (56 в, г-суреттер).

§ 8.8 Геометриялық нивелирлеу

Дайындық жұмыстары. Іс жүзінде геометриялық нивелирлеудің екі түрі кездеседі: *ұзынабойлық нивелирлеу*, яғни қандай да бір бағыттағы трасса бойымен нивелирлеу және *алаңдарды нивелирлеу*, бұл нивелирлеу түрі топографиялық түсірістерде көбірек қолданылады.

Ұзынабойлық нивелирлеу алдын ала таңдап алынған түзу немесе сынық сызықты бағыттарда жүргізіледі. Бұл жағдайда трасса болашақ инженерлік құрылыстың (авто немесе темір жол, канал, электр және байланыс желілері, су, газ, мұнай құбырлары, т.т.) осі бойымен өтуі мүмкін. Дегенмен нивелирлеуді қолдану аясы өте

кең. Ол тірек торлары қосындарынан құрылыс алаңдарындағы нүктелердің (реперлердің) биіктік шамасын анықтау үшін, су көздеріндегі ізденіс жұмыстарында, топографиялық және геологиялық түсірістерді және де басқа осыларға ұқсас жұмыстарда қолданылады. Трасса бойымен нивелирлеудің жұмыстарын тиянақты қарастырып көрейік.

Трасса бойымен ұзынабойлық нивелирлеу жүргізу үшін алдын ала бірнеше жұмыстарды атқару керек: рекогносцировка-лау (болашақ трасса бағытын шолып, ең тиімді бағытты таңдау), трассаны белгілермен қадалау, бағытын көрсету (вешание), трасса бойындағы белдемелерді (көлденең бөгеттерді, оны қиып өтетін басқа құрылымдарды, т.т.), бекеттерді, трасса бұрылыстарындағы жазық бұрыштарды және бұрылыс элементтерін өлшеп белгілейді.

Бекетке бөлудің мағанасы мынада, трасса бойымен әр 100 м сайын бекеттерді (нүктелерді) белгілеп, жер бетімен бірдей қылып қазықша қағады және оның жанына қарауыл-қазық орнатып, оған трассаның басынан басталатын (бастапқы бекет нөлдік бекет деп аталады) бекеттің реті жазылады. Қарауыл-қазықшалардың жер бетінен биіктігі 25-30 см, алыстан көрінетіндей болуы керек. Тек қана бекеттер арқылы трасса бойының бедерін және оның бойындағы құрылымдарды толық көрсете алмайтындықтан, бекеттер арасындағы ойлы-қырлы, айтулы тұстарында (трассаны басқа трассалардың қиып өтетін тұстарында) аралық нүктелерді белгілейді. Бұл нүктелерді «плюстік» нүкте деп атайды, және де оны бекеттік нүктелер сияқты бекітеді. «Плюстік» нүктелердің жанындағы қарауыл-қазықшаға нешінші бекеттен бастап өлшенгенін, ол қанша метр жерде екені жазылады, мысалы, ПК 1+45, сонда қосындының бірінші цифры бекеттің реті, ал екінші цифр «плюстік» нүкте бірінші бекеттен қанша жерде екенін көрсетеді.

Трассаның басы және соңы, бүтін санды (шақырымдық) бекеттер, бұрылу бұрыштары, бұрылыстардың басты элементтері тиянақты белгілермен бекітіледі. Оларды көбінесе ағаш бағаналармен бекітіп, оған түсініктемелерін жазып қояды. Мұндай белгілерді уақытша реперлер ретінде пайдаланады.

Трассаны нивелирлеу кезінде рейканы бекеттік, «плюстік» және жалғастырушы қазықшалардың (нүктелердің) үстіне (қарауыл қазықшалардың үстіне емес) және шақырымдық, бұрыштық бағаналар және бұрылыс элементтерін бекіткен бағанала-

рының арнаулы тұстарына (арнаулы тиянақтарына, кесіліп белгіленген тұстарына) ұстайды. Тексеру жалғастыру нүктелерді арқылы жүргізледі, олар арқылы барлық нивелирленуші нүктелер биіктік бойынша бір-бірімен жалғасады. Өте ойлы-қырлы жерлерде жалғастырушы нүктелер болып, негізінен «икстық» (иксовые) нүктелер алынады. Олар нивелирленуші бекеттердің өсімшесі рейкадан ұзын (биік) болған жағдайда пайда болады.

Егер нивелирлеу құрылыс алаңдарындағы реперлерге биіктік шамасын беру, тірек қосындарының биіктігін анықтау, топографиялық, геологиялық түсіріс, әртүрлі инженерлік ізденістер үшін жүргізілсе, онда рейканы қазықшалардың үстіне қоймайды. Мұнда арнаулы геодезиялық башмактер мен қазықшалар (костыли) қолданылады (56 в, г-суретті қараңыз).

Берілген дәлдік, нивелирлеу түрі, рейка мен нивелир типтеріне байланысты нивелирлеу жоспары және жұмыс істеу реті өзгеріп отырады.

Жоғарыда келтірілген шарттарға қарамастан, нивелирлеу кезінде төмендегі жалпы ережелер сақталуы керек.

Станцияларды (нивелирді орнататын тұсы) таңдау кезде сол жерден рейка жақсы көрініп, көздеу осінің биіктігі жер бетінен 30 см аз болмауы керек. Аспапты орнату кезінде, ұштағанның екі аяғы трасса бағытына параллель болғанын қадағалап орнатады. Нивелирді ұштағанға қатты бекітпей, оның жоғарғы аспап орнататын алаңы мүмкіндігінше жазық жазықтықта жатуын қадағалайды. Батпақты және құмды жерлерде рейканы башмақтың үстіне емес, қазықшалар мен ұзын темір қазықтырды қағып пайдалынады. Рейка табанының таза болғанын қадағалап отырады. Екі рейканың нивелирден қашықтығы мүмкіндігінше бірдей болулары керек. Арақашықтықты рейка арқылы, дүрбінің арақашықтық өлшегіш тор жіптері, ұзын сым-темір немесе рейка ұстаушының адымымен өлшеуге болады. Еңбек өнімділігін арттыру үшін, цилиндрлік деңгейдің осі, екі көтергіш бұранда бағытымен орнатылады, ал үшінші көтергіш бұрандамен аспапты қалыпты жағдайға келтіреді.

Станцияда нивелирлеу реті. НЛ-3 немесе НВ-1 нивелирі және екіжақты рейкалармен техникалық нивелирлеу жұмысын жүргізу ретін қарастырайық.

1. Нивелирді қалыпты жағдайға келтіріп алғаннан кейін,

дүрбіні соңғы (3) рейкаға бағыттап, рейка бейнесінің анық көрініп тұруын қамтамасыз етеді;

2. Цилиндрлік деңгейді ортасына келтіре отырып (элевациондық бұранда-тетікпен), соңғы нүктенің үстіне тік қойылған рейканың қара жағынан есеп алады. Мысалы, 1522 есебі миллиметрмен, ешқандай үтір, нүкте қойылмай жазылады. Рейкадан есеп алу, деңгей көпіршігінің тура ортасында тұрғандығына көз жеткізіп барып іске асады;

3. Аспапты (жоғары жағын) алдыңғы рейкаға бұрып, деңгей көпіршігінің ортасында тұрғандығына көз жеткізіп, рейканың қара жағынан есеп алады;

4. Дүрбіні алдыңғы рейкаға бағытталған бетінде, орындаушы, рейка ұстаушыға рейканың қызыл жағын ұқыпты түрде аударып нүкте үстіне қоюын сұрайды; одан әрі жоғарыда айтылған ретпен рейканың қызыл жағынан есеп алады;

5. Дүрбіні соңғы рейкаға бұрып, оның қызыл жағынан есеп алады;

6. Рейканы трасса аралық нүктелерінің үстіне қойып, рейканың екі жағынан есеп алады (тәжірибелі орындаушылар үшін, рейканың тек қана қара жағынан алуға болады).

Аспапты штативтен алмастан, рейканың қара және қызыл жақтарынан алынған есептер арқылы өсімшені есептейді де, оларды бір-бірімен салыстырады. Егер айырмасы 5 мм аспапса, бұл станцияда жұмыс дұрыс істелді деп, келесі станцияға аспапты көшіреді. Қате алынған (немесе қате жазылған) есептерді журналда өшірмейді, тек қана үстінен көлденең бір сызып қояды (қандай цифр жазылғаны көрініп тұруы керек). Нивелирлеуші (атқарушы) рейкалардың дұрыс ауысып тұрғандығын қадағалап отырады. Рейкалардың қара және қызыл жақтарынан есеп алу, рейка табандарының айырмасы арқылы тұрақты тексеріліп отырылады.

НЗ (НВ-1) нивелирі және екіжақты рейкамен инженерлік құрылыстың ұзынабойлық профилін түсіру үшін жүргізілген нивелирлік жұмыстың жазу, есептеу жұмыстарының үлгісі 7-кестеде көрсетілген. Жазу реті жақша ішінде көрсетілген. Бастапқы репердің №48, биіктігі 92,274 м нивелирлеу каталогынан алынған.

7-кесте.

Техникалық нивелирлеу журналы

Станция реті №	Бекеттер реті №	Рейкалардан алынған есептер			Өсімшелер	Аспап денгейі (ГИ)	Биіктіктер, м
		соңғы	алдыңғы	аралық			
1	Rp 48	1415 (1) 6101 (4)			+1200 (5) <u>+1198 (6)</u>		92,274
	0		0215 (2) 4903 (3)		+1199 (7)		93,473
2	0	0596 5283			-1313 <u>-1312</u>	94,069	93,473
	+35			2587 7273	-1313		91,482
	+65			0085 4775		93,984	
	1		1909 6595			92,160	
3	1	0265 4952			-2207 <u>-2207</u> -2207	92,425	92,160
	+45			1534 6217			90,891
	+65			1827 6508			90,598
	2		2472 7159				89,953
4	2	0528 5215			-1183 <u>-1183</u>	90,481	89,953
	+55			1112 5796	-1183		89,369
	3		1711 6398			88,770	
Тексеру	2804 21551	6307 25055		+1199 -4703			
	18747 -3503	18748 -3504		-3504			

Егер нивелирлеу НЗ (НВ-1) типтес нивелирмен, біржақты рейкамен жүргізілсе, онда тексеріп отыру үшін, есеп көздеу дүрбісінің үш жіп сызығынан алынады, бұл есептер ортаңғы есептен 2 мм аспауы керек. Бұл біржақты рейкалы әдісте, нивелир-

леу аспаптың екі деңгейінде, яғни нивелирдің екі биіктігінде жүргізіледі. Әрине, мұндай нивелирлеу уақытты көп алатыны сөзсіз.

§ 8.9 Геометриялық нивелирлеу журналын өңдеу

Нивелирлік жүрісті теңдеу. Нивелирлік жүрістің бастапқы берілімдері болып, өзінен жоғарғы дәлдікті (класы жоғары) маркалар және реперлердің биіктіктері саналады. Нивелирлеу журналын өңдеуді шартты түрде екіге бөлуге болады: алдын ала теңдеу сатысы (стадия); соңғы теңдеу сатысы.

Алдын ала өңдеуге, компараторда рейкаларды тексеру нәтижелерін және әр беттік тексеру жатады. Әр беттік тексеру келесі ретпен жүргізіледі.

Трасса бойында қойылған барлық рейкалардан алынған орташа есептердің қосындыларын есептейді (ΣZ – соңғы рейкадан алынған орташа есептердің қосындысы; $\Sigma П$ – алдыңғы рейкадан алынған орташа есептердің қосындысы).

Соңғы және алдыңғы рейкалардан алынған есептердің айырмасын есептейді, ол осы беттегі өсімшелердің қосындысына тең болады,

$$\Sigma h_1 = \Sigma Z - \Sigma П.$$

Оң және теріс мәнді өсімшелердің қосындысын есептейді де, осы өсімшелердің алгебралық қосындысын табады Σh_2 . Сонда Σh_1 және Σh_2 шамаларының бір-бірімен дәл келуін тексеріп, нәтижесінің дұрыстығына көз жеткізеді.

7-кестеге сәйкес, тексеруді төмендегі формуламен атқарады:

$$\Sigma Z_{\kappa} - \Sigma Z_{\psi} = \Sigma П_{\kappa} - \Sigma П_{\psi}; \quad (94)$$

$$\Sigma Z_{\psi} - \Sigma П_{\psi} = \Sigma Z_{\kappa} - \Sigma П_{\kappa} = \Sigma h_{op}. \quad (95)$$

мұндағы $\Sigma Z_{\psi} = 2804$, $\Sigma Z_{\kappa} = 21\ 551$ – соңғы рейканың қара және қызыл жақтарынан алынған есептердің қосындысы;

$\Sigma П_{\psi} = 6307$, $\Sigma П_{\kappa} = 25\ 055$ – алдыңғы рейканың қара және қызыл жақтарынан алынған есептердің қосындысы.

(94) және (95) формулаларға мәндерін қойып, алатынымыз:

$$21\ 551 - 2804 = 18\ 747;$$

$$25\ 055 - 6307 = 18\ 748;$$

$$\begin{aligned} 2804-6307 &= -3503 = \sum h_{op.} \\ 21\ 551-25\ 055 &= -3504 = \sum h_{op.} \end{aligned}$$

Іс жүзінде нивелирлік жүріс түйіскен немесе түйіспеген жүрістер болуы мүмкін.

Түйіспеген нивелирлік жүріс тірек торлары қосындарының (реперлерінің) арасында жүргізіледі. Түйіспеген нивелирлік жүрістегі тексеріс – соңғы және бастапқы реперлердің биіктіктерінің айырмасы, барлық жүрістегі өсімшелер қосындысына тең болуы керек.

Түйіскен нивелирлік жүріс биіктігі белгілі бір реперге сүйенеді, яғни өсімшелелер қосындысы нөлге тең болуы керек. Түйіскен нивелирлік жүрістің бір түрі – тура және кері бағытта жүргізілетін *аспалы нивелирлік жүріс*. Мұнда тура жүрістегі өсімшелерінің қосындысы $\sum h_{np}$, кері жүрістегі өсімшелер қосындысына $\sum h_{обр}$ тең, ал таңбалары қарама-қарсы болулары керек. Бірақ тура және кері жүрістегі өсімшелер қосындылары әсер етуші қателіктерге байланысты тең болмай шығады. Бұл қателікті *биіктік қиылыспаушылық қате* f_h деп атайды.

Түйіспеген нивелирлік жүріс үшін:

$$f_h = \sum h - (H_{кон} - H_{нач}). \quad (96)$$

Түйіскен жүріс үшін:

$$f_h = \sum h, \quad (97)$$

мұндағы, $\sum h$ – жүрістегі өсімшелер қосындысы; $H_{кон}$ және $H_{нач}$ – жүріс түйісетін бастапқы және соңғы реперлердің биіктіктері.

Жүріс қиылыспаушылығының мөлшері аспаптың дәлдігіне, нивелирлеу әдісіне және жергілікті жағдайға (ауа райы, қызуы, жыл мезгілі, атқарушыға, т.т.) байланысты болады. Мәні және шектік қиылыспаушылық шамасы техникалық нұсқауда және ұсыныстары беріледі.

Техникалық нивелирлеу үшін:

$$f_h = \pm 30 \sqrt{L} \text{ мм немесе } f_h = \pm 50 \sqrt{L} \text{ мм}. \quad (98)$$

IV класты нивелирлеу үшін:

$$f_h = \pm 20 \sqrt{L} \text{ мм немесе } f_h = \pm 5 \sqrt{n} \text{ мм}. \quad (99)$$

мұндағы, L – шақырыммен алынған жүріс ұзындығы;

n – жүрістегі станция (тұрақ саны – нивелир қанша рет ауыстырылды) саны. Егер қиылыспаушылық, шектік шамадан аспаса немесе оған тең болса, онда оны тең етіп, кері таңбамен әр өсімшеге бөліп жазады, яғни жүрісті теңдейді. Жүрісті теңдеу, репер биіктіктерінің каталогын жасау, реперлердің орналасу тәсімін, орнын және техникалық есеп беру соңғы теңдеу сатысына жатады.

§ 8.10 Геометриялық нивелирлеудің дәлдігі

Нивелирлеу қандай жұмыс үшін істелмекші екендігіне байланысты, оған әртүрлі талаптар қойылады. Тәжірибе және ізденіс тексерулері негізінде, геометриялық нивелирлеу дәлдігі негізінен нивелир аспабының және рейканың сапасына, рейкадан аспапқа дейінгі қашықтыққа, бақылау жоспарына, сыртқы әсерлерден және басқа да факторларға байланысты екенін байқауға болады. Нивелирлеу барысында, оған негізгі төмендегі факторлар әсер етеді:

- көздеу дүрбісінің сапасы, дұрыс көздеу, m_1 ;
- деңгей көпіршігінің нөл-пунктке дәл келуі, m_2 ;
- рейка бөліктерінің дәл салынуы, m_3 ;
- аспап қойылған талапты қанағаттандырмайды, m_4 ;
- рейкадан есепті дұрыс алмау (дөңгелектеу), m_5 ;
- сыртқы әсерлер, m_6 .

Аталған қателер бір-біріне байланысты емес, сондықтан есеп алу қатесін, қателер теориясы бойынша төмендегідей жазуға болады:

$$m_e = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2 + m_4^2 + m_5^2 + m_6^2}, \quad (100)$$

Дүрбінің үлкейту шамасы 25X, рейкаға дейінгі қашықтық $s = 100$ болса, көздеу қатесі $m_1 = \pm 1,2$ мм.

Деңгейдің бөлік бағасы $25''$, $s = 100$ болса, деңгей көпіршігінің нөл-пунктке дәл келу қатесі, $m_2 = \pm 1,8$ мм.

Рейканың дециметрлік бөліктерінің дәл салынбауынан кететін қате: $m_3 = \pm 1$, мм.

Рейкадан есеп алу қатесі, яғни нивелирдің басты шартты қанағаттандырмауынан болатын қате (цилиндрлік деңгейдің осі, көздеу осіне параллель болуы керек). Бұл қатені қарамаса да бо-

лады, себебі аспаптан екі (соңғы және алдыңғы) рейкаға дейінгі арақашықтық тең болғандықтан бұл қате өзінен-өзі жойылып кетеді: $m_4 = 0$.

Рейканың сантиметрлік бөліктерінен есеп алудағы дөңгелектеу қатесін $m_5 = \pm 0,5$ мм деп алуға болады.

Сыртқы әсерлерден болатын қатені, нивелирлеу оңтайлы жағдайда өтті деп, $m_6 = 0$ тең деп алуға болады.

Жоғарыда келтірілген мәндерін (100) формулаға қойып, табатынымыз:

$$m_e = \sqrt{1,2^2 + 1,8^2 + 1^2 + 0,5^2} = \pm 2,4 \text{ мм}.$$

Екі есеп алудың қатесі, $m_h = 2,4\sqrt{2} = \pm 3,4$ мм.

Шекті нивелирлеу қате, есептелінген қатеден үш есе асып кетуі мүмкін деген жорамалмен:

$$\Delta h = 3,4 \times 3 \approx \pm 10 \text{ мм}.$$

Егер нивелирлеудегі станция арасы 100 м, яғни аспаптан рейкаға дейін осыншама қашықтықта (100 м) есеп алынатын болса, онда 1 шқ жүрісте 5 станция бар. Сонда өсімшелер қосындысының қатесі $\sqrt{5}$ есе көп, яғни 1 шқ нивелирлік жүріске қателік,

$$Dh = 10\sqrt{5} \approx \pm 22 \text{ мм}.$$

Қазіргі нұсқауларда, нивелирлеу тек қана қалыпты жағдайда ғана емес, қиын жағдайдада өтетінін ескеріп, қателердің шектік шамасы біршама жоғары алынған. Мысалы, техникалық нивелирлеу (есептеулер тек қана техникалық нивелирлер үшін жүргізілген) үшін, келесі шектік шамалар қарастырылған:

$$Dh = \pm 30\sqrt{L} \text{ мм немесе } Dh = \pm 50\sqrt{L} \text{ мм},$$

мұндағы, L – шақырыммен алынған жүріс ұзындығы.

Бұл екі формула көбінесе автожолдарды нивелирлеу кезінде қолданылады

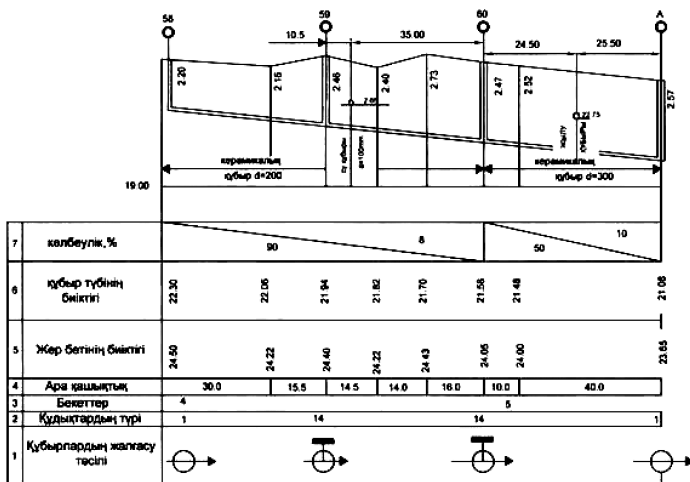
§ 8.11 Ұзынабойлық профильді салу

Ұзынабойлық профиль дегеніміз – тік жазықтықпен қиылған қағаз бетіндегі жер беті қима бейнесі. Ұзынабойлық қима сызықтық инженерлік құрылыстарды жобалау кезіндегі негізгі ізденіс материалы болып саналады. Құрылыс алаңдарында ұзынабойлық қима, ішкі және жақын маңдағы авто және темір жолдарын, электр және байланыс желілерін, жер асты инженерлік құрылыстарын (су құбырларын, канализация, жылу тораптарын, кабельдік құрылымдар, т.т.) жобалау және оларды салу кездерінде қолданылады.

Ұзынабойлық профиль миллиметрлік қағазға бекеттік және плюстік нүктелердің биіктік шамалары, олардың арақашықтықтары, сонымен бірге сол трассаның топографиялық түсірісі негізінде салынады.

Ұзынабойлық профильдің масштабы әртүрлі болады. Мысалы, магистральды темір жол үшін; жазық масштабы $1 \text{ см} = 100 \text{ м}$ ($1:10\,000$), ал биіктік үшін (тік масштаб) $1 \text{ см} = 10 \text{ м}$ ($1:1000$); жалпы авто жолдары үшін: жазық масштабы $1:5000$, ал биіктік үшін $1:500$.

Құрылыс алаңдарында сызықтық құрылымдары үшін, ұзынабойлық профиль ірірек масштабта құрылады: жазық масштабы $1:500 - 1:5000$ дейін және тік масштабы $1:50 - 1:500$.



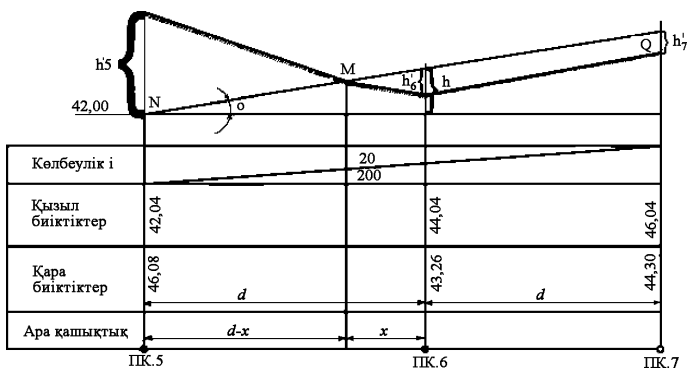
57-сурет. Канализацияның ұзынабойлық профилі

Әртүрлі масштабты қолданылатын себебі, трасса бойының ұсақ ойлы-қырлы жерлері және трасса бойындағы құрылымдар анық көрініп, көрнекі болуын арттырады. Үлгі үшін канализацияның бір бөлігі, 58-құдықпен А нүктесі арасындағы ұзынабойлық профилін қалай салатындығын қарастырып көрейік (57-сурет).

Миллиметрлік қағаздың төменгі жағынан жоғары қарай 6 – 7 см қалдырып, қара түсті, жуан емес сызық жүргізеді. Осы сызыққа параллель, әртүрлі енді жеті сызық сызады, бұл сызықтарға керекті жазулар жазылады.

1-жолаққа (строка), трассаның канализациялық коллекторға қай жерде қосылатыны көрсетілген құдықтың тәсімі салынады. 2-жолаққа, канализациялық құдықтардың типтері, яғни неден жасалғанына және жалғасу тәсіміне байланысты бір-бірінен конструкциялық ерекшеліктері көрсетіледі. 3-жолаққа канализация трассасының бекеттерін көрсетеді. Мұнда сонымен бірге қысқартылған («рубленные») бекеттер, яғни 100 м жетпейтін нүктелер көрсетілуі мүмкін. Мұндай бекетті профиль үстіне масштабсыз салады, себебі басқа бекеттердің орналасу реті өзгеріп кетеді. Дегенмен, профиль үстінде қысқа бекетке, бүтін бекеттер сияқты 100 метрлік арақашықтық беріледі. Ал оның нақты ұзындығын профиль үстінде көрсетеді.

4-жолаққа, құдықтар арасындағы және айтулы нүктелердің қашықтықтарын көрсетеді. Бұл арақашықтардың қосындысы тексеріс ретінде 100 м тең болуы керек. 5-жолаққа, нивелирлеу нәтижесінде табылған жер бетінің биіктіктері («қара биіктіктер»), бекеттердің және плюстік нүктелердің биіктіктері өз тұстарына жазылады. Бұл биіктіктерді, нивелирлеу журналынан метрдің жүздік шамасына дейін дөңгелектеп көшіреді. Профильдің тік масштабында биіктіктерді салу үшін, әр бекет, әр плюстік нүктелері, сонымен бірге құдықтардың центрі арқылы ұзынабойлық профилдің жазық сызықтарына перпендикуляр сызық жүргізеді. Мұнда соңғы сызықтан (шартты деңгей сызығынан) бастап, берілген тік масштабта, әр нүктенің биіктіктерін (5-жолақтағы) шаншып, белгілейді (немесе қаламмен). Әрі қарай осы нүктелерді қосса, трассаның профилі шығады. 6-жолаққа, жаңа канализациялық трассаны жобалау кезінде керекті немесе жұмыс істеп тұрған құбырдың профилін салу үшін, құбыр ішінің су ағар биіктігін (отметка лотка трубы) жазып отырады.



58-сурет. Профиль үстінде қызыл сызықты салу тәсімі

7-жолаққа, трассаның көлбеулігін метрдің мыңдық шамасында (про-милмен) көрсетеді. Мұнда көлбеуліктің өзгеруі трассаның кез келген жерінде емес, құдықтар арасында ғана болады. Ұзынабойлық профильдің 1–7-жолақтары қосымша сипаттамалармен толықтырылып отырады: құбыр қандай материалдан жасалған, диаметрі, құбырдың басқа жер асты тораптарымен (коммуникациялармен), авто жолдарымен және т.б. қиылысулары; профиль сызбасы әртүрлі ескертулермен, шартты белгілермен және басқа да берілімдермен қоса беріледі.

Профильге жобалық сызықты салу. Профиль үстінде жобалық сызықты, берілген көлбеулікте қызыл түспен жүргізеді. Көлбеулікті есептеу кезінде трасса бойындағы қазып алыншы жер көлемімен, толтырылмақшы жер көлемі жобамен тең болғанын еске ала отырып жобалайды. Есептеудің реті төменде берілген.

Айталық, ПК 5 пен ПК 7 арасында (57-сурет) автомобиль жолының трассасы бар. NQ жобалық көлбеу сызығын профильге салу үшін, бастапқы нүктенің биіктігін (қызыл биіктігін) және жобалық көлбеуліктің шамасын білуіміз керек. Айталық, ПК 5 қызыл биіктігі 42,04 м және ПК 5-тен ПК 7 дейінгі көлбеулік $i = 0.02$. Онда ПК 6 қызыл биіктігі төмендегідей есептеледі:

$$H_6 = H_5 + h = H_5 + d \cdot tq\gamma = H_5 + di. \quad (101)$$

(100) формулаға мәндерін қойсақ,

$$H_6 = 42,04 + (100 \cdot 0,02) = 44,04 \text{ м.}$$

ПК 7 қызыл биіктігі жоғарыдағы есептеу жолымен іске асады.

$$H_7 = 46,04 \text{ м.}$$

Сонда келесі нүктенің қызыл нүктесі алдыңғы нүктенің қызыл биіктігіне алдыңғы нүктенің биіктігін қосып, жобалық сызықтың көлбеулігіне көбейткенге тең болады. (101) формуланы жалпылама түрде төмендегідей жазуға болады:

$$H_6 = H_{n-1} + di \quad (102)$$

Қызыл және қара биіктіктердің айырмасын *жұмыс істеу биіктігі* деп атайды. 58-суретте жұмыс істеу биіктігі болып, төмендегі мәндер саналады,

$$h'_5 = -4,04 \text{ м}; \quad h'_6 = +0,78 \text{ м}; \quad h'_7 = +1,74 \text{ м.}$$

Егер қара биіктік қызыл биіктіктен көп болса, онда трассаның бұл тұсында қазу жұмысы жүргізіледі (ПК 5), ал егер қара биіктік қызыл биіктіктен аз болса, онда бұл жерде үю жұмысы атқарылады деген сөз (ПК 6 және ПК 7).

Жобалық сызықтың жер бетімен қиылысу нүктесі, Мысалы *M* нүктесі (54-сурет) *нөлдік жұмыс нүктесі* деп аталады, яғни бұл тұста қазу немесе үю жұмыстары жүргізілмейді.

Нөлдік нүктеден жақын бекетке дейінгі жазық *x* арақашықтығын формуламен есептеуге болады:

$$\frac{h'_6}{h'_5} = \frac{x}{d-x}, \quad \text{одан} \quad x = d \frac{h'_6}{h'_6 + h'_5}. \quad (103)$$

58-суреттен мәндерін орынына қойсақ:

$$x = 100 \frac{0,78}{0,78 + 4,04} = 16,2 \text{ м.}$$

§ 8.12 Тригонометриялық нивелирлеу

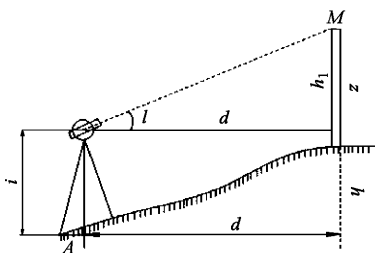
Іс жүзінде инженерлік-геодезиялық жұмыстарында жоғары дәлдікті, оптикалық теодолиттердің пайда болуына байланысты, биіктікті анықтау (өсімшені) үшін тригонометриялық әдісті жиі қолданады. Бұл әдістің геометриялық нивелирлеу әдісіне қарағанда жетістігі, биіктік шамасын алыстағы нүктелерге беру

болып саналады. Сонымен бірге құрылыс алаңдарындағы тар жерлерде, тек қана тригонометриялық әдіспен ғана биіктік шамасын анықтауға мүмкіндік бар және инженерлік құрылыстардың биік қабаттарына (плотина, көпір, мұнаралар, т.с.с.) биіктік шамасын жеткізу (анықтау) осы тригонометриялық нивелирлеу арқылы іске асады.

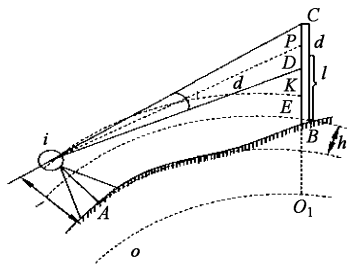
Айталық, A және B нүктелері арасындағы биіктікті (өсімшені) h анықтау керек (59-сурет).

A нүктесіне теодолит аспабын, ал B нүктесіне көздегіш нысана (рейка, қада, шеге тәрізді зат, т.т.) орнатады. Теодолитті қалыпты жағдайға келтіріп алып, көздеу дүрбісін M нүктесіне бағыттап, тік бұрышты v (көлбеулікті) өлшейді. Өсімшені есептеу үшін, A және B нүктесі арасындағы d жазық қашықтығын, i аспап биіктігін және l нысана биіктігін өлшеу керек.

d қашықтығын, i аспап биіктігін және l нысана биіктігін өлшеу керек.



59-сурет. Тригонометриялық нивелирлеу тәсімі



60-сурет. Жер дөңестігіне және рефракцияға түзету енгізу

Сонда 59-суреттен,

$$h + l = h' \text{ немесе } h = h' + i - l. \quad (104)$$

$h' = d \times \tan v$ есепке ала отырып, тригонометриялық нивелирлеудегі өсімшені анықтаудың қазіргі пайдаланылып жүрген формуласын жазуға болады,

$$h = d \cdot \tan v + i - l. \quad (105)$$

Егер көздеу осін, нысанадағы аспап биіктігіндей биіктікке бағыттасак, яғни $i = l$, онда топографиялық түсірістерде кеңінен қолданылып жүрген, қысқартылған өсімшені есептеу формуласын алуға болады:

$$h = d \cdot tqv. \quad (106)$$

d, i, l мәндерін табу өте (өлшеу) жеңіл. $h = d \times tqv$ формуласы арқылы өсімшені есептеуде көбінесе, арнаулы тахеометриялық кестені пайдаланады.

(105) және (106) формулалар Жердің дөңестігін және рефракцияны есепке алмайды, яғни бұл формулалар арқылы өсімшенің жуық мәнін ғана есептейді. Жер дөңестігі және рефракцияның геометриялық мәнін 60-суреттен түсіндіруге болады.

Айталық, A, B және I нүктелері арқылы бастапқы $00'$ деңгейлік бетке параллель деңгейлік беттер жүргізілген. Жарық рефракциясының әсерінен IC көздеу сәулесі IE' шамасына ауысады. Сонда бақылау нәтижесіне *рефракция үшін түзету* $CE' = r$ деген шаманы енгізуіміз керек. Ауа тығыздығы Жер бетінен биіктеген сайын азая беретіндіктен, IE' шамасының бағыты дөңес жағымен жоғары қарай қараған.

60-суреттен рефракцияға түзетумен бірге Жердің дөңестігіне түзету деп аталатын K түзетуін қоса қарастырады, суреттен,

$$h + r + l = i + K + CD \text{ немесе } h = CD + i - l + (K - r). \quad (107)$$

IDC үшбұрышында D нүктесіндегі бұрыш тік бұрыш болғандықтан жазатынымыз:

$$CD = d \cdot tqg. \quad (108)$$

Жоғарыдағы формулаларды есепке ала отырып, тригонометриялық нивелирлеу үшін негізгі формуланы жазамыз:

$$h = d \cdot tqv + i - l + f. \quad (109)$$

Есептеулер нәтижесінде жалпы Жер дөңестігіне және рефракцияға түзету формуласы төмендегідей,

$$f = K - r = 0,42 \frac{d^2}{R}, \quad (110)$$

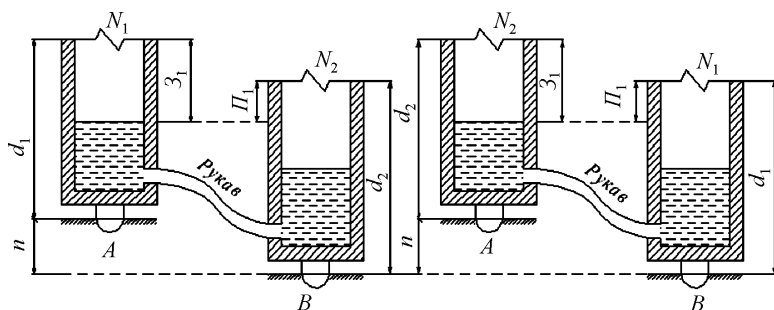
мұндағы, R – Жер радиусы.

f түзетуі нивелирлеудің дәлдігіне (қандай дәлдік керек екендігіне), жұмыс жағдайына, қойылған шартқа байланысты болады. Өйткені $d = 300$ м болғанда, $f < 1$ см.

§ 8.13 Гидростатикалық нивелирлеу

Гидростатикалық нивелирлеу негізіне физикалық заң бойынша, бір-бірімен иілемелі түтік арқылы жалғасқан, екі ыдыстағы сұйықтың еркін беті салмақ түсу бағытымен орналасып, екі жағындағы беті бір деңгейде болатындығы пайдаланылған.

Бұл әдіспен, өсімше бір-бірімен иілемелі түтік арқылы жалғасқан екі ыдыстан (№1, №2) тұратын, қабырғаларына шкала (есеп алу үшін) салынған гидростатикалық нивелир арқылы анықталады (62-сурет).



61-сурет. Гидростатикалық нивелирлеу арқылы өсімше анықтау тәсімі
а, ә – ыдыстардың орналасуы (ретімен нивелирлеуге дейін және нивелирлеуден соң)

h өсімшені ыдыстардың тура және кері орналасу жағдайларында анықтайды. 62 а-суреттен A және B нүктелері арасындағы өсімше,

$$h = (d_1 - 3_p) - (d_2 - \Pi_1) \text{ немесе } h = (\Pi_1 - 3_p) + (d_1 - d_2), \quad (111)$$

мұндағы 3_p , Π_1 – соңғы және алдыңғы ыдыстардан алынған (ыдыстардың қабырғасына салынған шкалалардан) есептер;

d_1 , d_2 – шкаланың нөлінен ыдыстардың тұрған жазықтығына дейінгі қашықтық.

Ыдыстардың орнын ауыстырып (62 ә-сурет) жазатынымыз:

$$h = (d_2 - 3_2) - (d_1 - \Pi_2) \text{ немесе } h = (\Pi_2 - 3_2) + (d_1 - d_2). \quad (112)$$

$d_1 - d_2$ тік бұрыштарды өлшеудегі сияқты нөлдік орын (МО) болып есептеледі.

(110) және (111) теңдеулерді қосып алатынымыз:

$$\left. \begin{aligned} h &= \frac{(\Pi_1 - 3_1) + (\Pi_2 - 3_2)}{2} = -\frac{(3_1 - \Pi_1) - (3_2 - \Pi_2)}{2} \\ \text{және} \\ MO &= d_1 - d_2 = \frac{(\Pi_1 - 3_1) + (\Pi_2 - 3_2)}{2} = -\frac{(3_1 - \Pi_1) - (3_2 - \Pi_2)}{2} \end{aligned} \right\} (113)$$

Тәжірибелік жұмыстардың нәтижесінде, жабық ғимараттар ішінде, ауа қызуының ауытқуы аз жерлерде, гидростатикалық нивелирлеу жоғары дәлдікті береді. Өсімше анықтаудың орташа квадраттық қатесі ± 10 мм. Ашық алаңдарда гидростатикалық нивелирлеудің дәлдігі бір шама кемиді, бірақ құрылыс конструкцияларын және технологиялық жабдықтарды орнатуға әбден болады.

Бақылау сұрақтары:

1. Нивелирлеудің қандай түрлерін білесіз?
2. Геометриялық нивелирлеу мен тригонометриялық нивелирлеудің айырмашылығы неде?
3. Аспап деңгейі деген не?
4. Биіктік белгілерінің қандай түрлерін білесіз?
5. Аралық нүктелерде қанша есеп алынады?
6. Дөңгелек деңгей не үшін керек?
7. Гидростатикалық нивелирлеу дегеніміз не?
8. Шектік қате дегеніміз не?
9. Рейканы қалай тексерледі?
10. Алға және ортадан нивелирлеудің айырмашылығы неде?

ЕКІНШІ БӨЛІМ
НЕГІЗГІ ИНЖЕНЕРЛІК ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

IX тарау
ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСТАРДЫ САЛУДАҒЫ
ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

§ 9.1 Гидротехникалық құрылыстар және ғимараттарды салудағы қадалау жұмыстары

Салынбақшы құрылыстың негізгі осьтерін жер бетіне түсіру геодезиялық қосындардың құрылыс маңында орналасу жағдайларына байланысты келесі әдістердің бірімен атқарылады.

Триангуляция. Бұл әдісте құрылыс маңында қарапайым триангуляция жүйелері арқылы нүктелердің координаталары анықталып, құрылыс осьтерін қадалау атқарылады, олар: үшбұрыштар тізбегі, геодезиялық төртбұрыштар, орталық жүйе, т.т. Үшбұрыштардың пішіні тең бүйірлі үшбұрышқа жақын, ал жалғастырушы бұрыштары 30^0 кем, 120^0 артық болмағаны дұрыс.

Бас геодезиялық негіз үшбұрышының бір қабырғасына түйістірілген аспалы тізбек үшбұрыштарының саны екіден аспауы керек.

Үшбұрыш тізбектеріндегі әр үшбұрыштың барлық бұрыштары өлшенеді.

Полигонометриялық немесе теодолиттік жүрістері белгілі әдістердің бірін қолдануға болмайтын жағдайда немесе құрылыс осі бір-біріне жақын көп бұрылысты болған жағдайда іске асады. Бұл әдісте құрылыс осін жер бетіне түсіру үшін, ұзындықтар мен бұрыштарды алдын ала есептеп алу керек.

Теодолиттік және полигонометриялық жүрістердің екі соңғы нүктелері Бас геодезиялық негіз қосындарына тірелулері керек.

Айтылған екі әдіс келесі ретпен орындалады: бір-біріне жақын орналасқан триангуляция немесе полигонометрия нүктелері координаталары және жобалық трассаның немесе құрылыстың бас нүктелерінің координаталары арасында кері геодезиялық

есепті шығарады. Әрине, мұнда жобалық және геодезиялық негіз координаталары бір жүйеде есептелген болулары керек. Кері геодезиялық есепті шығару нәтижесінде, геодезист негіздеу қосын нүктесіндегі бұрышты және жобалық түйінге, осьтік немесе басқа да құрылыстың негізгі нүктелеріне дейінгі арақашықтықтарды табады. Осындай бірнеше нүктелерді жер бетінде тауып, осы нүктелерді пайдалана отырып геодезист, құрылыстың негізгі және де басқа да қосалқы нүктелерін жер бетінде қадалайды да, құрылыс салу үшін керекті жобалық берілімдерін анықтайды.

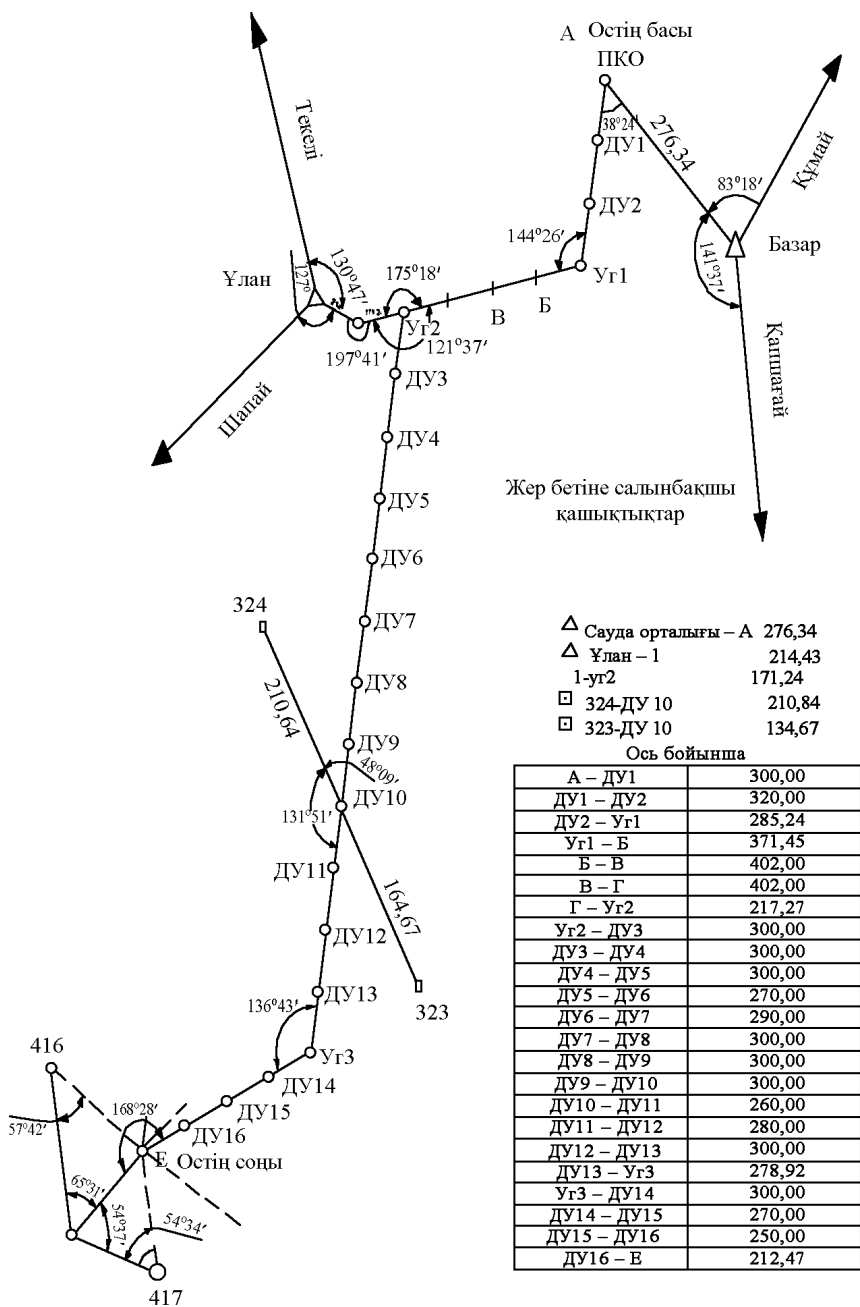
Биіктік шамаларды анықтауда да, осындай жұмыстар атқарылады. Құрылыстың жобалық биіктік шамаларын геодезиялық негіздермен бір жүйеде біле отырып, геодезиялық негіз биіктік шамасымен және құрылыс осінің арасындағы өсімшені есептейді, әрі қарай нивелирмен құрылыстың жобалық биіктік шамасын жер бетіне береді.

Құрама қиылыстыру. Бұл әдісте, анықталмақшы ось нүктесінен немесе бекеттен бас геодезиялық негіздің үш қосыны ғана көрінеді. Бұл жағдайда анықталмақшы нүктеден бақылаудан басқа, ось нүктелерін бас геодезиялық негіз қосындарының бірінен бақылауға тура келеді.

Кері бақылау. Құрылыс осінің нүктесі бас геодезиялық негіздің кем дегенде төрт қосынынан көрініп тұрған жағдайда кері геодезиялық бақылау қолданылады. Осьтің анықталмақшы нүктесі, бас геодезиялық негіздің кез келген анықталмақшы нүктені бақылау үшін керекті үш қосынын басып өтетін шеңберге жақын болмағаны дұрыс.

Тура бақылау. Құрылым осінің бас геодезиялық негіздің кем дегенде үш қосыны көрініп тұрған жағдайда тура бақылау әдісі қолданылады. Көрші бағыттар арасындағы өлшенбекші бұрыштардың шамасы 120° көп, 30° аз болмауы керек. Анықталмақшы нүктеге бағытталған сызықтардың дирекци ондық бұрыштары және ұзындықтары кері геодезиялық есептен табылады, сонымен бірге жер бетіне түсірілетін бұрыштары да анықталады.

Полярлық әдіс. Жер бетіне түсірілмекші, құрылысқа тән нүкте бас геодезиялық негіз қосынына жақын маңда орналасқан, анық көрініп тұрған және де ұзындық өлшемін жүргізу мүмкіндігі жоғары жағдайда пайдаланылады.



62-сурет. Типтік құрылыс осін жер бетіне түсіру жұмыс сызбасы

Геодезиялық негіз қосынынан ось нүктесіне дейінгі арақашықтықты, бас геодезиялық қосындар бағыттары арасындағы және жер бетіне түсірілмекші құрылыс осінің нүктесі арасындағы бұрыштарды есептеп алады.

Бас геодезиялық негіз қосындары аралары арасында ұзындық өлшемдерін жүргізу әдісі. Бұл әдіс, құрылыс осі триангуляция немесе полигонометрия қабырғаларын қиып өткен жағдайда қолданылады. Әр қосыннан қиылысу нүктелеріне дейінгі арақашықтықтарды және қиылысу нүктесіндегі негіз қабырғалары, құрылыс осі арасындағы бұрыштарды, есептеп алады.

Нәтижесінде, құрылыс осін жер бетіне түсіру жобасын жасаудың жұмыс сызбасын (сұлбасын) жасайды, мұнда жобалық берілімдермен қатар, геодезиялық негіз қосындарынан ось нүктелерінің орнын анықтайтын барлық ұзындықтар мен бұрыштар көрсетіледі. Барлық ұзындықтар жазық жағдайға келтірілген шамасында беріледі.

Типтік құрылыс осін жер бетіне түсіру жұмыс сызбасы 62-суретте келтірілген.

§ 9.2 Жер бетін көтеру (биіктету), плотина салу кездеріндегі геодезиялық жұмыстар

Жер бетінде қандай жұмыстар істелетіндігіне байланысты, бұл жұмыстар бірнеше түрге бөлінеді: ирригациондық, мелиоративтік, жол салу, т.т. Жер бетіндегі көтеру жұмыстары *уақытша* және *тұрақты* болып бөлінеді. Жер бетіндегі көтеру жұмыстарының нәтижесі көп уақыт пайдалануда болатын болса, онда оны (жер бетін көтеру, яғни плотина салу, тоғандар және басқалары) *тұрақты* деп атайды. Уақытша құрылымдарға, мысалы, құрылысты салу кезінде оны жер асты және ақпа сулардан сақтау (қазан шұңқырлар, плотиналар, шлюздер, бөгемелер, т.т.) кездерінде салынатын құрылыстар жатады.

Жерлік құрылыстар сызықтық, созылмалы (жол қатпары, тоғандар, жармалар және басқалар) және арнаулы (ғимарат салынатын қазан шұңқырлар, бассейндер, т.т.) болып бөлінеді.

Жерлік жұмыстар кезінде созылмалы жер қазу, үймелер жасау, алаңдарды тегістеу, жармаларды және фундамент жанын толтыру, үйілген топырақты тығыздап таптау болып келеді.

Қазіргі кезде осы жұмыстарды механикаландыру өте жылдам дамып келетіндіктен, бұл нысандарда геодезиялық жұмыстарды күнделікті атқарып отыру қажеттілігі туып отыр. Алдымен құрылыс салынбақшы тұстың жерлік жұмыстарының нобайы анықталады да, жер қазу техникалық машиналарының көмегімен жобада көрсетілген берілімдерді сақтай отырып, геодезияшы маманның бағыттауымен (қадаланған құрылыс осінен, жұмыстық реперлерінен) жазық және тік жазықтықтарда қазады немесе үйеді. Жобалық құрылыс нобайын жер бетіне түсіру алдын ала, уақытша белгілермен (қазықшалармен) геодезиялық әдістермен атқарылады да, құрылыс салу барысында жойылып отырылады.

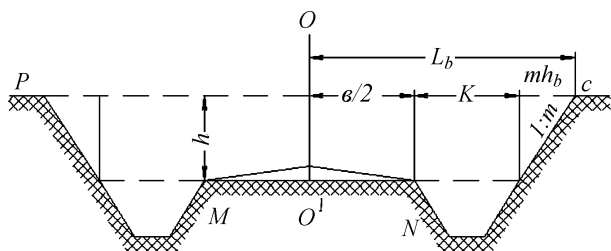
Жерлік жұмыстардың жобалық құрылыс нобайын алдын ала жер бетіне түсіру шектік шамаларын, тек қана қазылған қазан-шұңқырдың түбін, қабырғаларын, үйілген және қазылған топырақтың кемерлерін тазалап, геометриялық пішіндерін тексеріп болғаннан кейін анықтайды.

Жерлік жұмыстардың жобалық құрылыс нобайын жер бетіне түсіру, арнаулы жобалық (қадалау) сызбалары арқылы немесе жобалық нүктелерді геодезиялық негіздерге байланыстырғаннан кейін аналитикалық берілімдер арқылы немесе құрылыстың негізгі осіне байланыстырылған берілімдерді пайдалана отырып атқарады. Жобалық сызбаларда жер бетіне құрылыстың нобайын түсіру және осьтерін бекіту үшін керекті барлық берілімдер құрылыс түріне байланысты көрсетіледі. Жер бетіне құрылыстың нобайын түсіру және осьтерін бекіту әдістері салынбақшы құрылыстың түріне, не үшін керектігіне байланысты таңдалып алынады.

§9.3 Тегіс алаңда қазу жұмыстарының жобалық нобайын жер бетіне түсіру (қадалау)

Қазып алынатын тұстың екі жағына болат таспамен қазылмақшы полотно (PC) енінің жартысына тең $b/2$ арақашықтығын қазылмақшы тұстың осінен, ордың ені K және ордың табаны mh_b өлшеп салады. Сонда ордың (63-сурет) жоғарғы енінің жартысы формуламен анықталады

$$l^b = \frac{b}{2} + K + mh_b. \quad (114)$$



63-сурет. Тегіс алаңда қазу жұмыстарының жобалық нобайын жер бетіне түсіру (қадалау)

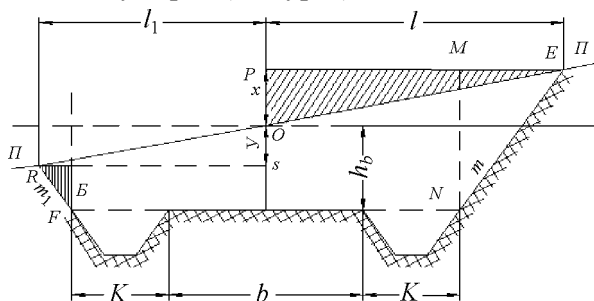
OO' осінен l^b сызығын салу арқылы табылған P және C нүктелері қазып алудың қабақтарын құрайды. Осы нүктелерге шаблон қойып, қазылмақшы шұңқыр кемерінің кесілу бағытын анықтайды.

Шаблон деп отырғанымыз ұзын таяқ немесе тақтай болуы мүмкін, оны шұңқыр тереңдеген сайын қазу кемеріне параллель қойып, оның бағытын анықтайды. Қазу тереңдігіне байланысты, шаблон бірнеше рет шұңқыр кемеріне қойылып, тексеріліп отырылады.

Шаблондар үю, плотина, бөгет және суқоймаларын салу кездерінде қолданылады. Егер бұл құрылыстарды салатын жер құлдиламалы болып келсе, онда қазып алу осінен кемер қабағына дейінгі арақашықтық геодезиялық аспаптармен өлшенеді.

§9.4 Тау бөктерінде қазып алу жобасын жер бетіне түсіру

Тау бөктерінде қазып алу жобасын жер бетіне түсіру үшін, жер қазу жұмыстарының шекарасын көрсететін l және l_1 кесінділерінің ұзындығын білу керек (64-сурет).



64-сурет. Тау бөктерінде қазып алу жобасын жер бетіне түсіру тәсімі

Айталық, бірегей n көлденең көлбеулікті және a еңкішті жер қазу жұмысын атқаруымыз керек. DOE және MEN үшбұрыштардан табатынымыз:

$$n = tqa = x : l; x = nl; \quad (115)$$

$$m = ME : MN = \frac{l - \frac{b}{2} - K}{h_b + x}; \quad (116)$$

$$l = \frac{b}{2} - K = mh_b + mnl, \quad (117)$$

осыдан
$$l = [1 : (1 + mn)] \left(\frac{b}{2} + m_l h_b + K \right), \quad (118)$$

Осындай амалдармен ROS және RGF үшбұрыштарынан кесінді ұзындықтарын табамыз:

$$l_i = [1 : (1 + mn)] \left(\frac{b}{2} + m_l h_b + K \right), \quad (119)$$

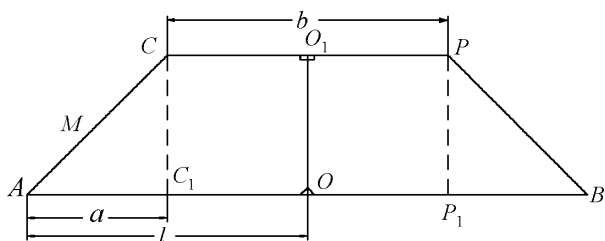
мұндағы h_b – қазу тереңдігі;
 m және n – қазып алудың еңкіш қабырғалары;
 b – жер бетіндегі қазу ені;
 K – шұңқырдың жоғары жақ ені.

l және l_i есептелінген шамалары қазу шұңқырының осіне перпендикуляр еніндегі жоғары жақ қабағының O нүктесіндегі E және R нүктелерінің орналасу жағдайларын анықтауға мүмкіндік береді.

§9.5 Тегіс жердегі үйменің жобалық нобайын жер бетіне түсірудегі геодезиялық жұмыстар

Тегіс жердегі үйменің жобалық нобайын жер бетіне түсірудегі геодезиялық жұмыстар, алдағы қазып алу жобасын жер бетіне түсіру істеріне ұқсас. Биіктігі h , жоғары жақ ені b , қабырға еңкіштігі m үйменің төменгі ені l формуламен есептелініп табылады (65-сурет):

$$l = \frac{b}{2} + a = \frac{b}{2} + mh. \quad (120)$$



65-сурет. Тегіс жердегі үйменің жобалық нобайын жер бетіне түсіру профилі

Үю жұмысын атқару үшін, жол осінде орналасқан O нүктесінде жоғары жағына планка қағылған «көздегішті» қояды. «Көздегіштің» биіктігі бекеттік қазықшаның төбесінен, планканың жоғары қырына дейін есептелінеді, және де бекеттің «қызыл», «қара» биіктіктерінің айырмасына (жұмыс биіктігі) тең болуы керек (үйменің тапталу, отыру шамасын есепке ала отырып).

O нүктесі арқылы, үйме осіне перпендикуляр жүргізіп, соның

үстіне $\frac{d}{2}$ шамасына тең OC_1 және OD_1 кесінділерін салады. C_1

және D_1 биіктігі h қазықтарын (веха) орнатады. Әрі қарай C_1 және D_1 нүктелерінен α тең табанын салады, A және B нүктелерінде үйме табанын көрсететін қазықшаларды қағады.

Арақашықтықтарды болат таспамен өлшейді.

Шаблонның көмегімен үйме қабырғасының көлбеулігін анықтап, бағыттап отырады. Техникалық шарт негізінде, барлық үймелер катоктармен, тракторлармен, автокөліктермен тапталады немесе түйіледі (трамбовка) Түйілгеннен немесе тапталғаннан кейін үйілген топырақ отырып, шөгеді.

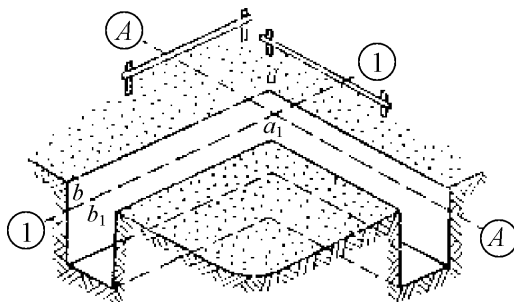
Қолдан таптаусыз үйілетін үймелер шамамен, құмды топырақ 1,5-3%, жеңіл суглинкті топырақ 2-4%, ал ауыр суглонок және қиыршық араласқан топырақ 6-9% есеппен үйіледі.

§9.6 Траншея типтес шұңқырдың жобалық нобайын жер бетіне түсіру

Жер қыртысының физикалық қасиеттеріне байланысты, траншея қабырғалары бекітілместен, тік немесе терең болса аздаған көлбеулікпен қазылады. Құрылым осьтері жер бетіне, алдағы

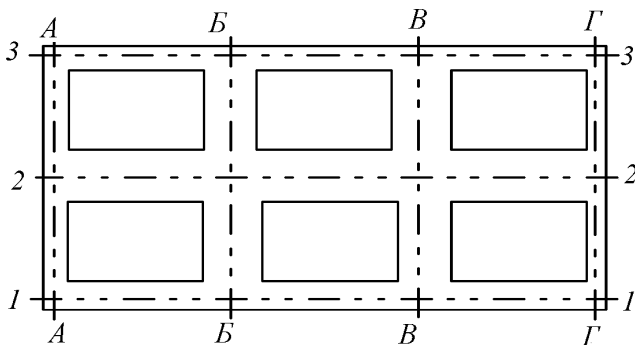
келтірілген әдістермен, амалдармен, аспалы желіге (обноскаға) белгіленеді. Аспалы желі дегеніміз – құрылымның сырт жақтарына қағылатын бөрене мен тақтайлардан тұратын (66-сурет) желі тәріздес жабдықты айтады.

Жер бетіне құрылымның осін шығарғаннан кейін, осы осьтен 3 - 4 м жерге параллель сызықтарды жүргізеді. Осы сызықтардың үстінен 3 - 4 м сайын, ағаш бөренелерді орнататын белгі салады.



66-сурет. Траншея типтес шұңқырдың жобалық нобайын жер бетіне түсіру тәсімі

Ұзындығы 3-4 м, жуандығы 15-20 см ағаш бөренелерді қатал түрде желі сызығының үстімен, 1,00-1,25 м тереңдікке орнатады. Бөренелердің ішкі жағына кесілген, қалыңдығы 40-50 мм тақтай қағады. Қағылған тақтайдың үстіңгі жағы жазық жазықтықта болуы керек. Осы орнатылған желінің үстіне салынбақшы құрылымның (шұңқыр траншеяның) осі салынады да, одан шұңқырдың қырлары өлшеніп белгіленеді.



67-сурет. Траншеялық шұңқыр табанының биіктік шамаларын анықтау тәсімі

Жер бетінде тіктеуіштің көмегімен, қазықшалармен $I - I$ және $A - A$ осьтері бекітіледі (67-сурет). Осыған оң және сол жағынан, шұңқырдың жарты еніне тең арақашықтықты өлшеп алады да, оларды қазықшалармен бекітіп белгілейді. a, b және a_1, b_1 қазықшалары арасына шұңқырдың қырларын көрсетіп тұратын жіп (шнур) тартып қояды.

Шұңқыр табанын тазалауды нивелирлеу әдістерін пайдалана отырып атқарады. Нивелирлік рейкаларды шұңқырдың әр осьтері қиылысқан тұстарға орнатады, бірақ нивелирленетін нүктелердің аралары 4 – 5 м кем болмағаны дұрыс. Терең шұңқырларда рейка ұзындығы бойламайды, сондықтан рейкаға ұзындығы белгілі қондырғы үстіне қояды немесе рейкаға тұрақты ұзындықты қолдан жасалған тақтай-рейка жалғап жұмысты атқарады. Траншеялық шұңқырдың пландық орналасу жағдайын, тартылған сым осьтеріне ілінген тіктеуіш араларын өлшеу арқылы іске асады.

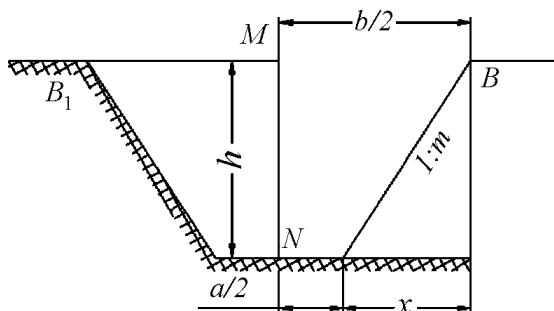
2.1-кесте.

Шұңқыр түбін тазалаудың тексеру өлшемдері

Осьтердің қиылысу нүктелері	Жер бетінің биіктігі, H_3 , м	Шұңқыр табанының биіктігі, м		Биіктіктер айырмашылығы, м	
		Жобалық H_{np}	Нақтылы H_{ϕ}	$H_{np} - H_{\phi}$	$H_3 - H_{\phi}$
<i>A/1</i>	163,46	159,96	160,01	-0,05	3,45
<i>B/1</i>	163,18	159,96	159,99	-0,03	3,19
<i>B/1</i>	163,69	159,96	160,02	-0,06	3,67
<i>Г/1</i>	163,29	160,46	159,98	-0,02	3,31
<i>A/2</i>	163,20	160,46	160,47	-0,01	2,73
<i>B/2</i>	163,37	160,46	160,51	-0,05	2,86
<i>B/2</i>	163,19	160,46	160,45	+0,01	2,74
<i>Г/2</i>	163,23	160,46	160,52	-0,06	2,71
<i>A/3</i>	163,44	160,86	160,90	-0,04	2,54
<i>B/3</i>	163,34	160,86	160,86	0,00	2,48
<i>B/3</i>	163,43	160,86	160,84	+0,02	2,59
<i>Г/3</i>	163,20	160,86	160,92	-0,06	2,28

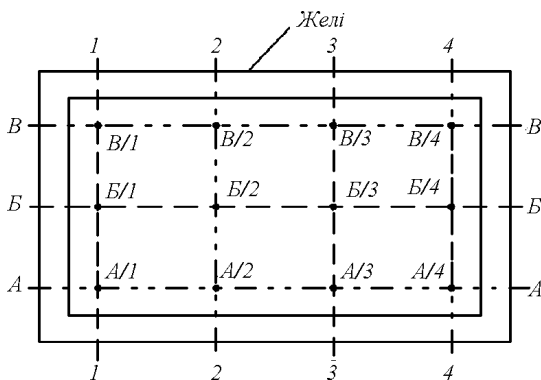
Шұңқыр түбін (67-сурет) тазалаудың тексеру өлшемдерін арнаулы журналға (ведомость) жазып, ондағы тазалау жұмыстарының қалай өткендігін бақылауға болады (2.1-кесте). Бұл журналда шұңқыр қазуға дейінгі жер бетін тегістеу кезіндегі

нивелірлеу нәтижесі көрсетіледі. Кестенің соңғы графасынан көрініп тұрғандай, шұңқыр 1-1 осінен 3-3 осіне қарай сатылы пішінді болып тазаланған, тазалау жұмыстарының қалыңдығы көп емес, яғни бұл жұмысты қабылдап фундамент қалауға немесе құюға болады деген сөз.



68-сурет. Траншея қабырғасы еңкішті болып келетін шұңқырдың элементтері

Егер шұңқыр қабырғасы еңкішті болып қазылатын болса, онда жер бетіне оның жоғары қабақтарының нобайын түсіреді. Шұңқырдың тереңдігіне және топырақтың физикалық қасиеттеріне байланысты, оның жоғары жақ жиектері де өзгеріп отырады (68-сурет).



69-сурет. Шұңқыр нобайын фундамент астына түсіру тәсімі

Егер жер беті көлденең еңкішті болмаса, онда траншея MN осінен шұңқырдың жоғары B қабағына дейінгі арақашықтығы формуламен есептеледі

$$\frac{b}{2} = \frac{a}{2} + x = \frac{a}{2} + mh, \quad (121)$$

мұндағы, b – шұңқырдың жоғары жақ ені;

a – шұңқыр түбінің ені;

h – осы тұстағы қимасының шұңқырдың тереңдігі;

m – шұңқыр қабырғасының еңкіштік коэффициенті.

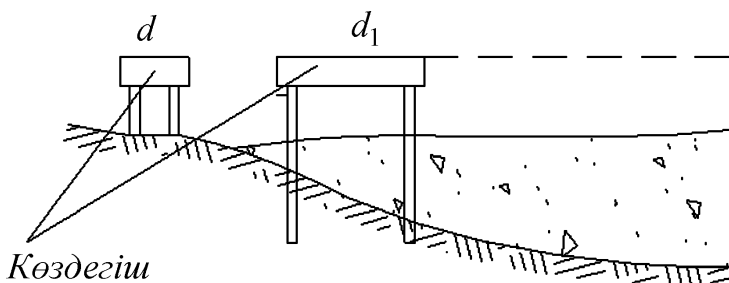
Қабырғасы еңкішті шұңқырды қазу жұмыстары біткеннен кейін, 69-суретке және 2.1-кестеге сай оны орындау тәсімі жасалады, онда қосымша жоғары қабақтарының нобайы және бұрыштық нүктелерін бекіту көрсетіледі.

§9.7 Салынатын бөгеттердің (плотина) жобалық нобайын жер бетінде түсіру

Плотина табанының нобайы, плотина осіне перпендикуляр жүргізілген, ұзындығы салынбақшы плотина кемерінің жобалық еңкіштігін еске ала бағытталған көлденең қималар арқылы анықталады. Жобадағы кемер еңкіштігінің биіктігін анықтау үшін, үйме жұмыстарын салудағы әдістерді қолданады. Көздегіштер, шаблондар, уақытша бағаналар плотина ішінде қалмас үшін, уақытша ауыстырылып отырылады, мұнда плотинаның жоғары жағы белгіленген бағаналар немесе үйме сыртына орналасқан тұрақты бағаналарды пайдалану тиімді болады.

Бағана үстіне ұзындығы 1,5-2,0 м тақтай қағылады да, оның жоғары жақ жиегі жазық жазықтықта болғанын қадағалайды. Тақтайдың жоғары жақ жиегі плотинаның үстіңгі бетінің биіктігі болып есептелінеді. Көлемі кіші плотинаны салу кезінде бағана орнына, үйменің сырт жағына нивелирлік рейканы орнатса болғаны. Плотинаның қарсы жағынан көздеу арқылы үйме жұмысының жұмыс биіктігін керекті дәлдікте анықтауға болады. Плотинаның жоғарғы жақ жобалық биіктігіне жақындаған кезде, осы үйме үстінде нивелирлік жүріс жүргізеді.

Плотинаның жоғары жақ биіктігін, өзеннің биік жағалауында орналасқан көздегіш арқылы анықтауға болады. Екі көздегіш орнатылады, олар жай көзбен бақылайтын және далалық болып келеді (70-сурет).



70-сурет. Бас көздегіштің тәсімі

Бас көздегіш дегеніміз – жерге қағылған қазықша немесе бағана, оның жоғарғы жағына жазық жазықтықта тақтай d қағылған. Далалық көздегіш екі қазықшаға орнатылып, оның олардың үстіне де жазық жазықтықта тақтай d_1 қағылған.

Мұндай көздегіштер салынбақшы плотинаның екі жағалауына орнатылады, олар арқылы плотинаның жоғарғы бетін түгел бақылауға және де уақытша көздегіштерді орнатуға мүмкіндігі болуы керек.

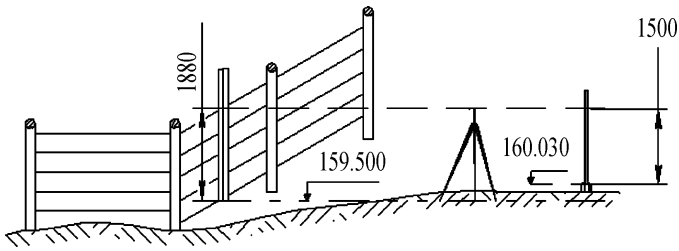
§9.8 Қалыптарды орналастыруда және бетон құюдағы пландық және биіктік шамаларын қадалау

Қалып дегеніміз – құрылымдарды салу кезінде бетон құйылатын, әртүрлі пішінді, ағаш-тақтайдан жасалған жабдық, ал темірбетонды құрылымды салу кезінде, ол – арматура және бетон қоспасы.

Қалып, құрылыс осіне геодезиялық негізден шығарылады да, ішкі жобалық өлшемдерін және құрылым нобайының сыртқы өлшемдерін сақтай отырып құрылады.

Қалыпты құрудың шектік шамалары техникалық шарт және құрылыстың жобасы негізінде қаралады. Мысалы, қалыптың 1 м бұрылмалы арақашықтықта орналасқан тіректері мен тіректерді жалғастырып тұрған тақтайлардың арасы 25 мм, ал барлық ұзындыққа (екі тіреу арасына) 75 мм артық емес.

Қалыптың тік жазықтықта ығысуы және олардың қиылысу сызығы 1 м биіктікке – 5 мм, фундаменттің барлық биіктігіне – 20 мм. Қалыптың бетін екі метрлік рейкамен тегістігін тексергенде 3 мм аспауы керек.



71-сурет. Жобалық биіктікті реперден қалыпқа (опалубкаға) беру

Келтірілген шектік шамалардың ауытқуынан аспауына, геодезиялық бұрыштық және сызықтық өлшемдерге жұмыстарға сай аспаптарды қолданғанда ғана жетуге болады. Бетон құю жұмыстарында қалыптар жобалық орнына барлық жағдайда, арнаулы «скобалар» немесе желілер арасында созылған сым-темірлерден бастап өлшеніп орналастырылады. Сым-темірге ілінген тіктеуішті пайдаланып, алдымен қалыптың төменгі жағын бекітіп алады да, сонан кейін келесі қалыптың блогін орнатады.

Қалыптардың жоғары жақ жиегін, олардың бір-бірінен төмен немесе жоғары жобалық биіктігінен ығысып кетпей тура болғанын қадағалай отырып орнатады. Ол үшін, нивелирлеу арқылы жұмыс істеу реперінің биіктігі қалыптың ішкі жағына беріледі.

Мысал. Құрылыс фундаментінің жоғары жақ биіктігі $H_{np} = 159,50$ м шамасын қалыпқа беру керек. Нивелир аспабын биіктігі 460,030 м A реперімен және орналастырылмақшы қалып арасына орнатады (71-сурет). Репер үстіне қойылған рейкадан $a = 1350$ мм есебін алады.

Қалып үстіне қойылған рейкадан алынатын b есебінің шамасы (M нүктесінде), яғни рейканың нөлдік табаны жобалық 159,500 м биіктікке тең болу үшін қаншаға тең болатындығын табамыз. b есебінің шамасы формуламен есептеліп табылады $b = H_A + a - H_{np} = 1880$ мм.

Қалып үстіне қойылған рейканы керек есепке жеткенше жоғары, төмен қозғай отырып қалыпты орнатады.

Қалып үстіне мұндай биіктіктің бірнешеуін тауып, шегемен бекітеді де, олардың арасына қалыптың жобалық биіктігін көрсететін шнур тартып қояды. Гидротехникалық құрылыстарды бетондау кезінде, қалыптың үстіне сантиметрлік бөліктері бар рейканы қағып бекітеді де, сол бөліктер арқылы бір ауысымда қанша көтерілгенін анықтап отырады.

Берілген биіктікте бетон блоктары жазық бетті болуы үшін, нивелирдің көмегімен әлі қатпаған бетонға металл қазықтар орнатады да, солардың жоғары жақтары немесе оларға орнатылған маяктар арқылы тексеріп отырады.

Бақылау сұрақтары:

1. Қадалау жұмыстары дегеніміз не?
2. Геодезиялық негіз дегеніміз не?
3. Жер бетін уақытша және тұрақты көтеру жұмыстарына қандай жұмыстар жатады?
4. Жерлік жұмыстар дегеніміз не?
5. Шаблон дегеніміз не?
6. «Қызыл», «Қара» биіктіктер дегеніміз не?
7. Нөлдік жұмыс биіктігі дегеніміз не?
8. Қазан шұңқырлардың тереңдігін қалай анықтайды?
9. Кемер көлбеулігін қалай анықтайды?
10. Көлбеулікті қалай жер бетіне түсіреді?

X тарау

КӨПІР САЛУДАҒЫ ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

§10.1 Қолдан жасалатын құрылымдардың түрлері

Қолдан салынатын құрылымдар – салынбақшы жолдың күрделі бөліктері. Бұл құрылымдарды салуда кететін шығындар, оның ауқымды бөлігін құрайды. Салынған жолды пайдалану кезінде, оны бақылап отыруды және күтуді талап етеді.

Жол бойында көп кездесетін қолдан салынатын құрылымдар – бұлар көпірлер, су өткізетін құбырлар, тіреме қабырғалар, тоннельдер, галереялар және лотоктар (су ақпа науалар), т.т.

Жол үстіне жабатын материалына байланысты көпір аттары да өзгеріп отырады: *металдық, темірбетонды, тас және ағаш көпірлер.*

Қажеттілігіне және салмақты жылжымалы жүк өткізу қабілетіне байланысты көпір аттары:

теміржолды, яғни поездарды өткізу үшін;

автокөлікті, яғни көлік түрлерін өткізу үшін;

қалалық, яғни автокөліктерді, трамвай-троллейлік және адамдар өтуі үшін;

құрама, яғни поездарды және автокөліктерді өткізу үшін;

жаяу адамдық, яғни жаяу адамдар өту үшін;

арнаулы құрылымдық, яғни су желілерін, газ-мұнай құбырларын өткізу және каналдар үшін.

Су желілері, яғни су құбырларын жол астынан, үстінен өткізу құрылымы жағынан қарапайым қолдан жасалатын құрылыстарға жатады.

Үйме жұмыстары аз болған жағдайда, кейде су өткізу құрылымы ретінде лоток (ақпалы науа) салумен шектеледі.

Жалпы өлшемдері, жобалау және салу күрделілігіне байланысты қолдан жасалатын құрылыстар төрт топқа бөлінеді:

Кіші көпірлер, бұл түріне ұзындығы 25 м көпірлер, сонымен бірге үю жұмыстарының астында қалатын су өткізу құбырлары және ақпалы науалар;

Орташа көпірлер, бұл көпірлердің толық ұзындығы 25-100 м, ал көпірдің әр жабу материалының (пролет) ұзындығы 40-50 м аспайды;

Үлкен көпірлер, ұзындығы 100 м артық;

Өте үлкен көпірлер, бұл көпірлер *кластан тыс* немесе үлкен су кеңістіктері арқылы өтетін *сирек құрылымды* деп аталады.

Жол бойында салынған көпірлер санына байланысты, кіші және орташа қолдан жасалатын құрылыстар деген атау жиі қолданылады.

Жолдардың қиылысқан, өту ағымы тұрақты тұсындағы құрылымды *көпірлік өту жолдары* (мостовым переходом) деп атайды. Оған жататындар, көпірдің үстіңгі бетіне жалғасатын таяныш (полотно), суды бағыттап, реттеп отыратын құрылым, тіреу және қоршау қабырғасы, жағаны бекітуші және де басқа құрылымдар.

Көпірдің негізгі элементтері болып саналатындар: тіреулер және жабу құрылымдары. Тіреулер тұрақты деп аталатын жағалық және аралық (халық арасында «быки» деп аталады) болып бөлінеді.

Әр тіреу көпірдің жаппалы құрылымдарына және одан өтетін жылжымалы масса салмағына төтеп береді, сонымен бірге көпірге оның жағалауына үйілген үйме топырақ та әсер етуі мүмкін.

Тіреулердің фундаменти және фундамент үстілік бөлігі болады.

Тіреулерді тіке жер үстіне немесе тіреу орнатылатын жер ыңғайсыз, әлсіз болса, онда арнаулы қолдан жасалған табан үстіне орнатады.

Тіреулердің пішіні, өлшемдері оның үстінен өтетін жылжымалы салмақ сипаттарына байланысты болады, сонымен бірге оның астынан өтетін су ағымдары, мұзжарғыш кемелер және жергілікті инженерлік-геологиялық шарттар арқылы анықталады.

Көпірдің жаппалы құрылымдар қимасы бүтін балкалардан, екі шетіне дейін созылған фермалардан немесе әртүрлі құрамды конструкциялардан тұрады. Жылжымалы көліктердің сипатына сай, олар негізгі тасымалдау жаппалар үстімен өтеді. Көпірдің негізгі шыдамды бөліктері (балкалар, фермалар) бір-бірімен көпірдің беріктігін және көлденең мықтылығын қамтамасыз ететіндей болып жалғасады.

Көпірдің негізгі шамалары және оның элементтері болып саналатындар:

Көпірдің толық ұзындығы, ол екі жағалық беттің арасы;

Көпірдің тесігі, ол судың ең жоғары көтерілу кезіндегі өткізу шамасы;

Көпірдің биіктігі, ол көпір үстінің су деңгейіне дейінгі шама;

Есептелмелі арақашықтық, ол балкаларды үстіне қоятын екі тіреубағананың осьтері арасындағы шама; *тіреудің биіктігі*, *фундамент тереңдігі* және т.т.

Айтылған көпірдің өлшемдері және оның элементтерін, жобалау барысында ізденіс кезінде анықталған инженерлік-геогеологиялық, геологиялық және кемелердің суда жүзу шарттарын еске ала отырып анықтайды.

Салынбақшы құрылыстың фундаментін тұрғызудан бастап, құрылысты толық біткенше геодезиялық жұмыстар жүргізіліп отырылады. Мұндағы негізгі мақсат – ол қолдан салынбақшы құрылыстың жеке бөліктерін (фундаменттерінің, тіреулерінің, жаппалық құрылымдарының, жолға жақындау, шығу үймелерінің және реттеп отыру құрылымдарының) және жалпы осьтерін қадалай отырып, сонымен бірге күнделікті салынбақшы құрылыстың барлық өлшемдерін, биіктіктерін тексеріп отыру арқылы, оның жобалық шамаларын сақтауды қамтамасыз ету. Салынбақшы құрылыстың осьтерін дұрыс қадаламау немесе биіктік шамаларын дәл жеткізбеу, жобаланған құрылыс құрылымдарының бұзылуына, қайта салуға, яғни құрылыс салудың мерзімі ұлғайып, оған кететін шығынның көбейіп кетуіне әкеліп соғады. Геодезиялық жұмыстарды уақтылы, тиянақты орындау, қадалау жұмыстарын тұрақты тексеріп отыру геодезиялық жұмыстарды жүргізуші мамандардың негізгі міндеті болып саналады.

Құрылысты салмас бұрын, көпір салынбақшы жерде ізденіс жұмыстарын жүргізген жобалаушы мекеме тапсырыс берушімен бірге, акт арқылы геодезиялық пландық және биіктік бастапқы берілімдерін, пландағы көпірдің ұзынбойлық осін бекіткен қосындарды, трасса және оған түйісуші немесе оның маңындағы нысандардың планын, сонымен бірге реттеп отыру құрылымдарын, қабырғалық маркаларды немесе жерлік реперлерді тапсырады. Көпірлік өту трассасының осі және геодезиялық негіз қосын-

дары, қатаң ереже ретінде мемлекеттік геодезиялық тор қосындарына түйістірілген болулары керек.

Бекітілген пландық және биіктік геодезиялық негіздердің саны, қолдан жасалатын әртүрлі өлшемді құрылымдар үшін, техникалық нұсқау негізінде анықталады. Мысалы, көлемі кішкентай көпір салуды бастау үшін оның осін екі қосыннан бақылай отырып бекітетін ағаш бөренелер және бір биіктік репері жетеді, ал үлкен көпірлерді салуда әр жағалауда екі белгі-қосыннан және бір реперден кем болмауы керек. Ось қосындары және реперлер ағаш немесе бетон бағаналармен жерге терең батырылып орнатылады, яғни белгі мықты және тұрақты болулары керек.

Геодезиялық қосын негіздері трассаның жалпы ось бекеттеріне байланысқан, ал салынбақшы жолдың координаталары және биіктік шамалары бір координаталар және бір биіктік шамалар жүйесінде болулары керек.

§10.2 Су жеткізу құбырларының және кіші көпірлерді салу кездеріндегі олардың осьтерін қадалау

Су жеткізу құбырларын салу кездеріндегі олардың осьтерін қадалау келесі істерден тұрады: ұзынабойлық, көлденең осьтерін және фундаменттерінің айтулы тұстарын, құбырдың денесін, бастарын, тіреу фундаменттерінің осьтерін қадалау.

Қадалау жұмыстарының алдында, құбырдың ұзынабойлық және көпірдің көлденең тіреу осінің бекеттік нүктелерінің биіктік шамаларын есептеп алады.

Жақын тұрған бекеттік бағанадан өлшей отырып, құбырдың жер бетіндегі орналасуын өлшеп салады. Құбырдың фундаментін және тіреулерін қадалау үшін теодолит және болат таспа (немесе жай таспа) керек.

Бұрыш өлшегіш аспаппен трассаның және құбырдың немесе тіреулердің көлденең осьтерінің қиылысқан нүктесінде тұрып, екі жағына екі бағанадан орнату арқылы осьтерін қадалап бекітеді. Бұл бағаналарды құрылыс жұмысы біткенше сақталатындай етіп бекітеді. Құбыр фундаментінің орнын қазудағы айтулы нүктелер немесе көпір тіреулерінің жалғасқан тұстарындағы нүктелерді

осы құбырдың қадаланған осьтерінен бастап өлшеп салады да, қазықшалармен бекітеді.

§10.3 Кіші көпірлерді қадалау

Жер бетінде жоба негізінде қазықшалармен немесе бағаналармен бекітілген көпірдің ұзынабойлық осін қадалағаннан кейін, жер бетінде көпірдің ортасын трассаның жақын бекетінен өлшеу арқылы бекітеді, мұнда жұмыстың дұрыс істелгеніне көз жеткізу үшін, келесі бекеттен өлшеп тексереді.

Барлық өлшеулер екі қайталанып атқарылады.

Көпірдің ортасынан ұзынабойлық осі бағытымен, шеткі және аралық тіреулерге дейінгі арақашықтықтарды өлшеп алып, белгілеп бағаналармен бекітеді. Ұзынабойлық оське перпендикуляр бағытта, тіреулердің осьтерін бекітеді. Ол үшін, тақтайдан жасалған (өлшемдері 1,5x2,0x2,5 м) бұрыштық шаблонды пайдаланады, яғни шаблонды осьтердің қиылысқан нүктесіне тік бұрышымен, ал екінші қабырғасын көпірдің осі бағытымен қойып бағыттайды.

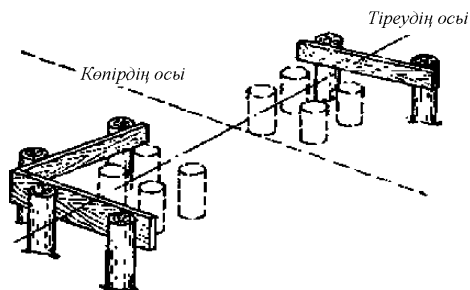
Шаблонның келесі қабырғасы бағытымен осьтен бастап, әр көпірдің жалғасқан (сваи) тұсының ортасына дейін өлшеп, белгілеп қазықшалармен бекітеді.

Бұрыштық шаблонның орнына эккер немесе теодолитті пайдаланады.

Барлық өлшемдер екі қайталанып өлшенеді, оның үстіне көрші орналасқан төртбұрышты жалғасқан құрылымдарда, олардың диагональдарын өлшеу арқылы тексереді.

Егер көпір бір қатарлы жалғасқан құрылым емес, екі немесе бірнеше қатарлы болса, онда көпірдің осін бекіту сырт жақта, желілер (обноска) арқылы іске асады (72-сурет).

Көпірдің әр құрылымының (сваи) орналасу жағдайы, көпірдің осінен бастап, әр қатардың осі бойымен белгіленеді де, жерге қазықшалармен бекітіледі және қазықшаларға құрылымның жоба бойынша реттік номері жазылып отырылады. Егер көпірдің тіреулері түгел немесе олардың бір бөлігі суда орналасқан болса, онда көпір осьтерін қадалау үшін су үстіне көпір осі келіп тұратындай етіп таяныш орнатылады.



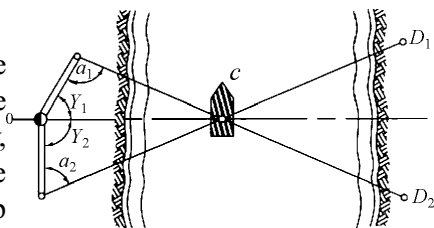
72-сурет. Кіші көпірдің осін қалау

Егер тіреу аралары үлкен болса, онда су үстіндегі таяныштар тіреулердің маңында ғана орнатылады. Таянышты орнатып тұсты, ұзын таяқты су түбіне тығу арқылы анықтайды. Бұл таяқтың орнын анықтау үшін, өзеннің жағасында ұзындығы тіреуге дейінгі арақашықтықтың $2/3$ -дей AB базисін қалау арқылы анықтайды (73-сурет).

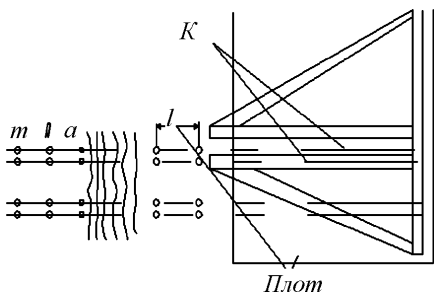
Базистің көпір осіне перпендикуляр болғаны дұрыс және оны трассаның бекеттік нүктелеріне байланыстырады. Ұзындығын тиянақты (екі өлшемнен аз емес) өлшеп алып, A және B нүктелеріндегі C нүктесіне қарап, тіреу және көпір осьтерінің қиылысқан жеріндегі α және β бұрыштарын қиылыстыру әдісімен өлшеп есептейді. Жағада көпірдің осі бағытымен екіден кем емес қазықтарды орнатып, геодезияшы маман қайыққа отырып, ось бойымен қағылған екі жағадағы қазықтар бағытымен қолына ұзын қазық ұстап жылжиды.

Бірауақытта базистің A нүктесіне орнатылған теодолитпен α бұрышын көздеп, жағадан белгі беру арқылы ось бойында нүктені белгілейді де, ұзын қазықты өзен түбіне қағып бекітеді. Содан кейін барып, тіреулер айналасында желі орнатылып, тіреудің құрылымы (сваи) жоғарыда айтылғандай қдаланады.

Көп сулы үлкен өзендерде жүзбелі көпер қолдану кезінде тіреу құрылымдарын қалау, оны қағу процесінде іске асады, оның үстіне мұнда қатар нүктелер немесе қиылыстыру әдістері қолдануы мүмкін.



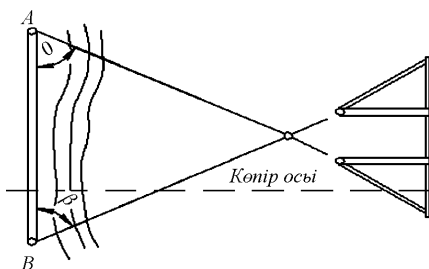
73-сурет. Көпір осін базистен қалау



74-сурет. Қиылыстыру әдісімен көпір тіреулерінің осьтерін қадалау отырған копердің K нүктесін орнатады.

Қиылыстыру әдісі кезінде өзен жағасында, көпір осіне перпендикуляр трассаның бекеттік нүктелеріне байланыстырылған AB базисі қадаланады.

Копердің орналасу жағдайы, алдын ала әр құрылымға есептелінген, AB базисінен, екі теодолиттің көмегімен α және β бұрыштары арқылы анықталады (75-сурет). Базистің ұзындығы базис пен тіреуге дейінгі қашықтықтың $2/3$ -дей болуы керек.



75-сурет. Қиылыстыру әдісі

§10.4 Үлкен көпірлерді салу кезіндегі геодезиялық қадағалау жұмыстарының бастапқы берілімдері

Жобалау ұйымы құрылыс салушы мекемесіне геодезиялық жұмыстар үшін келесі бастапқы берілімдерді тапсырады: құрылымның осьтері және тіреулері салынған көпірлік өтудің планын; геодезиялық белгілердің түсініктемелері және орналасу тәсімін; координаталар каталогы және геодезиялық негіздердің көшірмесін; геодезиялық негіздердің белгісін, орнатылған жерін көрсете отырып тапсырады; құрылымның осьтерін (көпірдің, виадуктың, тіреулердің, су өткізу жолдарының) бекіту және трассаның, оған жақын маңдарының тәсімдерін, сонымен бірге

биіктік реперлердің және осьтік белгілердің шамалары берілген журналды (ведомості) қоса тапсырады.

Жақын маңдағы бекітілген геодезиялық белгілер салынбақшы құрылыстың осі бойында, бірақ құрылыс салынбақшы ауданның сыртында орналастырылады. Көпірдің бұрылу тұсындағы белгілер, тартылған (созылған) хорда немесе тангенстер сызығы бойында орналасады.

Құрылыс салу кезінде келесі геодезиялық жұмыстар атқарылады:

1) өту жолының ұзындығын тексере отырып анықтау – құрылымның осін бекіткен бастапқы қосындар арасындағы қашықтықты өлшеу;

2) тіреулердің орнын қадалау және бекіту;

3) реттеуші құрылымдардың осьтерін қадалау және бекіту;

4) құрылыс салу кезінде олардың осьтерін қадалау, бекіту және құрылым салудың биіктік шамаларын, элементтерін қадалау, тексеріп отыру;

5) құрылыс салынып жатқан жақын маңда қосымша топографиялық түсіріс жүргізу, уақытша соқпақтарды, автожолдарды және уақытша ғимараттарды қадалау, яғни орындарын анықтау, т.т.

Барлық істелген геодезиялық жұмыстар кезекші журналға түсіріліп отырылады да, мұнда көрсетілетін істер: қадалау жұмыстарының маңызы, қадалау тәсімі, ол қалай атқарылды, бастапқы берілімдер алуда қандай құрылыс сызбасы қолданылды, байланыстары; жұмысты атқарған және қабылдаған мамандардың аты, жөні және олардың қол қойған уақыты қоса көрсетіледі.

§10.5 Үлкен көпірлерді салудағы қадалау жұмыстары

Құрылымды қадалау, немесе жобаны жер бетіне түсіру дегеніміз – салынбақшы құрылыстың айтулы (характерные) тұстарын, нүктелерін, пландық және биіктік шамаларын жоба берілімдеріне сай жер бетіне түсіріп, белгілеудегі геодезиялық жұмыстарды атайды. Жобаны жер бетіне түсірудегі, оның геометриялық негізі болып, қадалау осьтері саналады. Осы осьтер арқылы құрылыстың барлық бөліктерінің орналасу жағдайлары, өлшемдері салыстырмалы түрде жобалық сызбаларда беріледі.

Көпірлік өтудің айтулы нүктелері болып, тіреулердің ортасы саналады. Құрылымы қарапайым көпірді салуда, геодезиялық байланыс торларына қатал талаптар қойылмайды. Бұл жағдайда, бұрынғы құрылыс алаңын топографиялық түсіру және мұндағы ізденіс жұмыстары кезіндегі құрылған тірек торлары қолданылады.

Жобалық нүктелерді жер бетіне түсіру жұмыстары жоғарыда айтылған әдістермен, кәдімгі геодезиялық аспаптармен атқарылады. Көпір құрғақ жерде орналасса, онда көпірлік өтудің ұзындығын және көпірдің ұзынабойлық тіреулер осьтерін бастапқы геодезиялық белгілерден бастап қадалайды. Теодолитпен көпірдің осін бағыттап көрсете отырып, ұзындығын болат таспамен, кем дегенде екі рет өлшейді де, температураға, компараторда тексеру түзетулерін енгізіп, көлбеулікті есепке алып, ұзындығын дәл табады. Тіреулердің ортасын (центрін) жағалаудағы бастапқы геодезиялық белгілерден көпірдің осінде орналасқан тіреулердің ортасына арақашықтықтарды салу арқылы ауыстырады. Осьтерді тіреудің әр жақтарында ұзынабойлық және көлденең осьтері бағытында қатар бағаналармен немесе құрамалармен (сваимен) бекітеді.

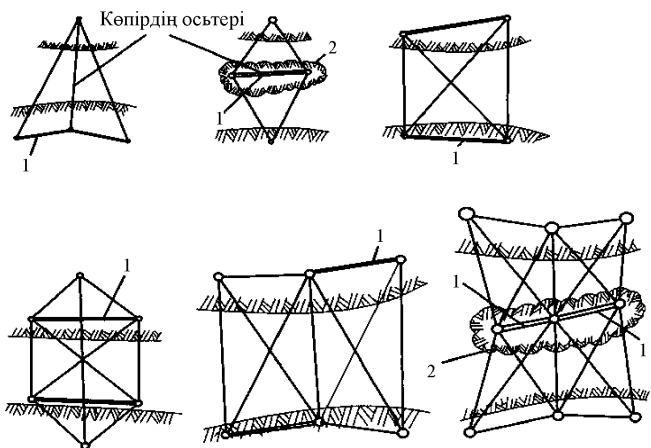
Егер көпірдің ұзындығын тікелей таспамен өлшеу және тіреулердің осьтерін қадалау мүмкін болмаса, онда геодезиялық жұмыстар триангуляция әдісімен іске асады. Көпірлік триангуляция, көпір салынатын жергілікті жердің, өзеннің еніне және жобаланған шектік шамалардың шарттарына байланысты әртүрлі пішінде болуы мүмкін. Іс жүзінде көпірлерді салуда геодезиялық төртбұрыш (76-сурет) немесе басқа да пішіндер әдісі қолданылады.

Стандарттық нормалар және мүмкіндіктер (СНиП) талаптарына сай, триангуляциялық торларды құруда келесі шарттарды орындау керек:

1) үшбұрыштардың ішкі бұрыштары 30^0 кем, 120^0 артық, ал төртбұрыштарда 25^0 кем болмауы керек;

2) көпірдің осін бекітуде, әр жағада жалпы торға бірден кем емес бастапқы геодезиялық қосын кіруі керек;

3) жалпы торға барлық қосындар кіреді, себебі бұл қосындардан көпірдің және тіреулердің осьтері қиылыстыру әдісімен қадаланады, сонымен бірге осы қосындардан құрылыс кезінде осьтердің орналасу жағдайларын тексеріп отыру үшін керек;



76-сурет. Триангуляциялық торлардың түрлері
1 – базистер; 2 – аралдар

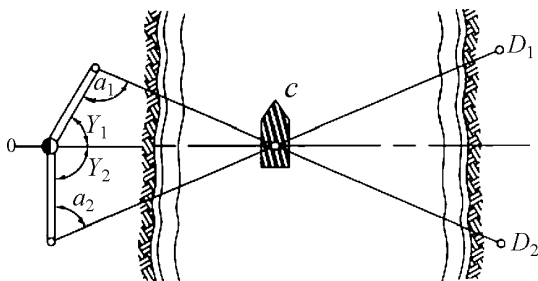
4) қиылыстыру әдісі кезіндегі бағыттар арасындағы бұрыштар 30° кем, 150° артық болмауы керек, ал қиылыстыру ұзындығы (аспаппен тіреу ортасындағы нүктеге дейінгі арақашықтық) келесі шамадан аспағаны жөн:

есеп алу дәлдігі $30''$ теодолитпен қадалау кезінде – 100 м;

есеп алу дәлдігі $10''$ теодолитпен қадалау кезінде – 300 м;

есеп алу дәлдігі $1''$ теодолитпен қадалау кезінде – 1000 м.

Базистерді жер бетінің көлбеулігі 1% артық емес ашық, тегіс жерде қадалайды, ал оның ұзындығы анықталмақшы қашықтықтың 0,5 шамасынан кем болмауы керек.

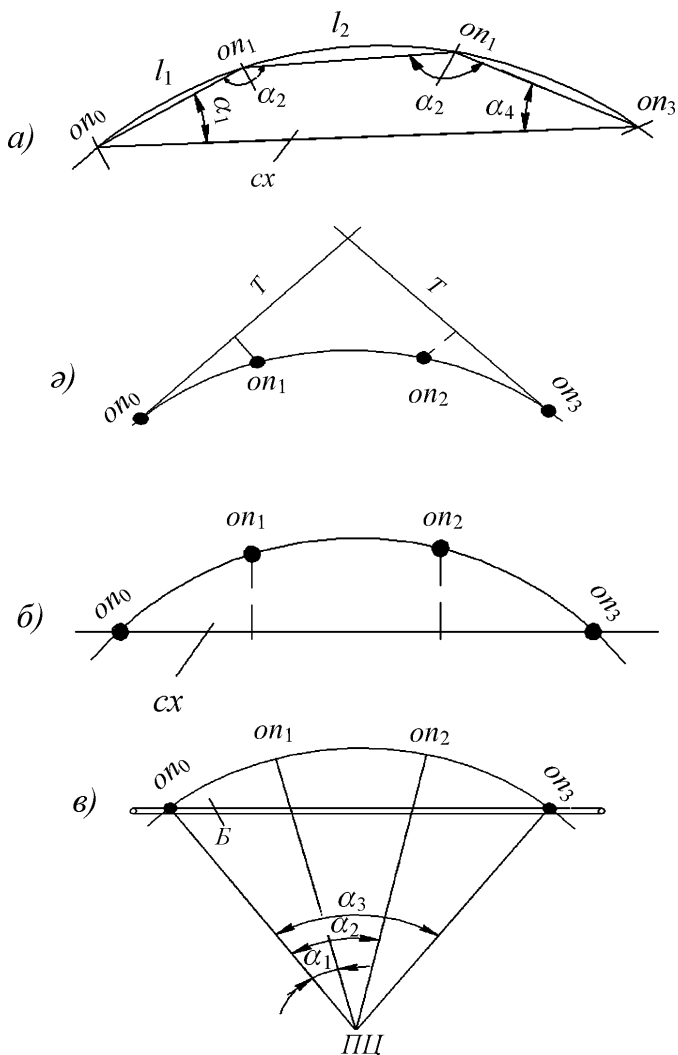


77-сурет. Тіреу ортасын тура қиылыстыру әдісімен қадалау

Базистік нүктелердің арақашықтығын өлшеу базис арқылы анықталмақшы арақашықтықтан дәлдігі 2 есе жоғары болуы керек. Триангуляция белгілерін үлкен емес, биіктігі 4-6 м ағаш

немесе темір пирамидалар түрінде орнатады. Белгінің ортасы (центрі) ретінде рельс немесе құбырдың кесіндісін тереңдігі 2,0-2,5 м жерге көміп қолданса болғаны.

Қарапайым триангуляциялық торларды құруда (қабырғаларының ұзындығы 1,5 км артық емес), оның бұрыштық өлшеулерін ғана теңдейді, ал үлкен көпірлерді салуда триангуляциялық торларды ең кіші квадраттар әдісімен теңдейді.



78-сурет. Көпірдердің айналмалы тұстарын қадалау тәсімі

Жоғарыда айтылғандай көпірлік өтудің айтулы нүктелері болып, тіреулердің ортасы саналады. Тіреулердің ортасын тура қиылыстыру әдісімен көпірлік триангуляцияның екі қосынынан бастап қадалайды.

Осы әдістің мысалын қарастырайық (78-сурет). Тіреулердің ортасын қадалау үшін, белгілі OA , OB , OC ұзындықтары және γ_1 , γ_2 бұрыштары арқылы аналитикалық жолмен α_1 , α_2 бұрыштарын есептейді де, теодолитпен A және B нүктелерінен қарай отырып, осы бағыттардың қиылысқан C нүктесін табады. Сонымен бірге O нүктесінен теодолитпен C нүктесі көпір осінің бойында орналасқанына көз жеткізеді. Тіреу осьтерінің бар қатарда жатпау алшақтығы 1,5 см аспауы керек.

Осы әдіспен табылған тіреу ортасын қарсы бетте D_2 , D_1 бақылау белгілерімен бекітеді. Егер тіреу өзен ортасында болса, арнаулы құрылыммен немесе жүзбелі белгімен (буикпен) бекітеді. Бұл уақытша белгілер қоршау қалқандарды қағу, немесе уақытша аралдарды топырақ, тас төгіп көтеруде бағдар ретінде қолданылады. Тіреудің нақтылы орнын анықтау, дайындық жұмыстары біткеннен кейін атқарылады.

Трассаның бұрылмалы тұстарында тіреулердің ортасын және осьтерін келесі әдістердің бірімен атқарады: көпірдің жаппа (пролеты) үштен артық болмаса – көпбұрыш әдісімен (78 а-сурет) немесе тангенс сызығынан (78 ә-сурет); жаппа саны көп болғанда – тартылған хорда әдісімен (78 б-сурет) немесе полярлық әдіспен (78 в-сурет); күрделі жағдайда триангуляция қосындардан қиылыстыру әдісімен.

§ 10.6 Көпірдің ұзындығын анықтау

Тік жазықтықта көпірдің биіктік шамаларын қадалау үшін, құрылыс алаңында әр құрылыстың маңында (арнаулы жерде) негізгі тұрақты реперлер орнатылады. Тұрақты, негізгі реперлерден басқа құрылыс алаңының ішінде қосымша, уақытша жұмыс реперлері орнатылады. Көпірдің тіреулерінің төменгі және жоғары деңгейінде қосымша реперлер орнатылады, бұл реперлердің биіктік шамалары жағадағы бастапқы реперлерден ± 15 мм дәлдікпен анықталады.

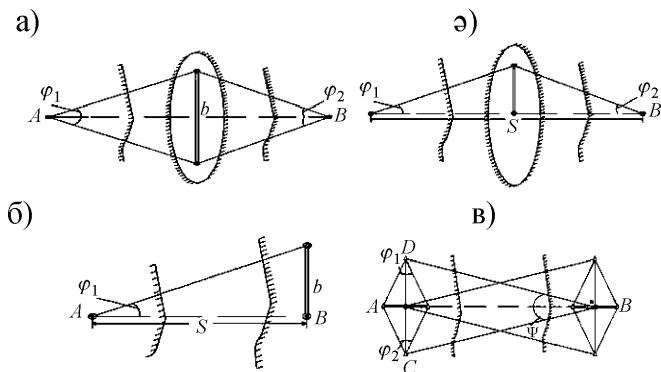
Көпірлік өту құрылысын салуда, екі жағадағы бастапқы нүктелер арасындағы қашықтықты анықтау керек болады. Өту арақашықтығын жарықтықты пайдалану арақашықтық өлшегішімен анықтауға болады, ал қыстығүні мұз қатқанда инварлы сым-темірлермен, шкалалы таспамен және компараторда тексерілген таспалармен өлшейді.

Параллактикалық полигонометрияны қолданғанда топтама (звено) пішін түрлерін дұрыс таңдау керек. Егер су ағардың ортасында арал болса, топтама пішінді немесе кез келген пішінде (симметриялы емес) құрады (79 а, 79 ә-суреттер). Симметриялы топтамада сызық ұзындығы $AB = S$ формуламен анықталады

$$S = \frac{b}{2} \left(ctq \frac{\varphi_1}{2} + ctq \frac{\varphi_2}{2} \right); \quad (122)$$

Симметриялы емес топтамада

$$S = b(ctq\varphi_1 + ctq\varphi_2). \quad (123)$$



79-сурет. Көпірдің ұзындығын анықтау тәсімдері

Топтама бір жағада орналасқан жағдайда көпір ұзындығы (79 б-сурет)

$$S = bctq\varphi. \quad (124)$$

Үлкен көпірлік өту кезінде күрделі пішінді топтама құрылады (79 в-сурет). Мұнда CD үлкен базис ұзындығын қосымша топтама кіргізіп, оның кіші базисі b ұзындығын өлшеу арқылы анықтайды. Сонда көпірлік өту ұзындығы AB төмендегі формуламен есептелінеді:

$$S = \frac{b}{2} \left(ctq \frac{\varphi_1}{2} + ctq \frac{\varphi_2}{2} \right) ctq \frac{\varphi}{2}. \quad (125)$$

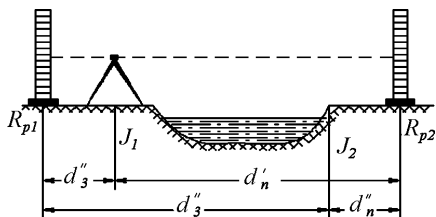
§10.7 Үлкен су ағарлардың арғы бетіне биіктік шамаларын беру

Стандарт, норма және ережелер (СНиП) талаптары бойынша, 300 метрден артық көпірлік өтулерін салуда, әр жағада саны екіден кем емес тұрақты реперлер орнатылады, және де олардың биіктік шамаларын анықтаудың шектік шамадан ауытқуы, бастапқы негізге салыстырмалы түрде қарағанда ± 10 мм аспауы керек. Биіктік шамаларды анықтау қыстыгүні мұз үстімен нивелирлеу, су арқылы екі қайталап нивелирлеу, тригонометриялық немесе гидростатикалық нивелирлеу әдісімен іске асады.

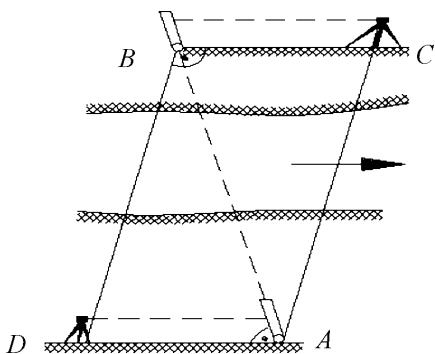
Мұз үстімен нивелирлеу керекті дәлдікті қамтамасыз етпейді, себебі мұз тік жазықтықта қозғалып, жоғары, төмен көтеріліп тұрады. Жазда су ағар арқылы биіктік шамаларын екі қайта нивелирлеу әдісімен жеткізеді. Екі жағалауда R_p , R_2 реперлерін бекітеді де, бұл реперлерді бақылау кезінде көздеу осі жер бетінен 2-3 м төмен болмағанын қадағалайды. Реперлерден 10-30 м жерде J_p , J_2 станциясын таңдап алады (80-сурет). Мұнда арақашықтықтардың тең болғаны дұрыс, сонда

$$\left. \begin{aligned} J_1 R_{p1} &= J_2 R_{p2} \\ J_1 R_{p1/2} &= J_2 R_{p1} \end{aligned} \right\} \quad (126)$$

Нивелирмен J_1 нүктесінде тұрып, соңғы R_{p1} репер үстіне қойылған рейкадан Z_1 есебін алады және фокустық арақашықтығын ретке келтіргеннен кейін алыстағы R_{p2} реперінің үстіне қойылған рейкадан Π_1 есебін алады. Әрі қарай нивелирді фокустық арақашықтығын өзгертпестен арғы жағаға ауыстырып J_2 станциясына орнатады да, алыстағы (соңғы) рейкаға бағыттап Z_2 есебін алады, әрі қарай жақын (алдыңғы) рейкаға бағыттап Π_2 есебін



80-сурет. Биіктік шамаларын өзен арқылы геометриялық нивелирлеумен жеткізу



81-сурет. Өзен арқылы биіктік шамаларын тригонометриялық нивелирлеу әдісімен беру

Арасында биіктік шамаларын беру A және B биіктік нүктелері көпірлік триангуляция қосындары болып саналады және олар репер ретінде жұмыс барысында қолданылады.

AD , BC арақашықтықтарын сақтай отырып, параллелограмма төбелеріне көздеуіштерді және теодолиттерді орнатады. Көздеуіш ретінде қалындатылған штрихты үш марканы рейкаға ортаңғы штрих дәл келетіндей етіп бекітіп (жоғары, ортаңғы және төменгі) қолданады. A және B нүктелеріне рейканы тік орнатып, тартпа сымдармен бекітеді. Зенит орнын (Mz) анықтап болған соң, теодолиттің тік дөңгелегіндегі есепті $90^\circ + Mz$ келтіреді де, екі жағадағы теодолиттермен жақын тұрған рейкаларға бағыттайды, тік дөңгелек үстіндегі деңгейді ортасына (нөлпунктке) келтіріп есеп алады. Бұл есеп аспаптың репер үстіндегі биіктігі болып саналады. Зениттік арақашықтықты әрі тұрған рейканың қалындатылған штрихтерінен дүрбінің ДО (КП) және ДС (КЛ) жағдайында екі-үш амалмен өлшейді. Бір жағада өлшеуді бітіргеннен кейін, аспаптарды екінші жағаға жеткізіп, орындарын ауыстырады.

Мұнда өлшеуді алыс тұрған рейкадан бастап, аспаптың биіктігін анықтаумен бітіреді.

Екіжақтық тригонометриялық нивелирлеу үшін биіктік h формуламен есптеледі

$$h = S \cdot t q \frac{z_2 - z_1}{2} + \frac{l_1 + i_1}{2} - \frac{l_2 + i_2}{2}, \quad (127)$$

мұндағы

z_1, z_2 – бірегей көздеуіштердің зениттік арақашықтық
 l_1, l_2 – рейканың табаны үстінен көздеуіштерге
дейінгі биіктігі;
 i_1, i_2 – А және В реперлеріндегі аспап биіктіктері;
S – көпірлік триангуляция арқылы анықталатын А
және В реперлері арасындағы қашықтық.

Бақылау сұрақтары:

1. Қолдан салынатын құрылымдарға не жатады?
2. Көпірдің жабу материалына байланысты түрлерін атаңыз.
3. Көпірдің өткізу қабілетіне байланысты түрлерін атаңыз.
4. Көпірдің негізгі элементтеріне не жатады?
5. Көпірдің ұзындығы қалай анықталады?
6. Көпір салудағы ізденіс жұмыстары деген не?
7. Көпірдің осін қалай бекітеді?
8. Су жеткізу құбырларын жолдан қалай өткізеді?
9. Бұрыштық шаблонды қалай қолданады?
10. Базистерді қалай өлшейді?

XI тарау

ТЕМІР ЖОЛ САЛУДАҒЫ ИНЖЕНЕРЛІК-ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

§11.1 Темір жолдарды салу алдындағы ізденіс жұмыстары

Барлық инженерлік құрылымдар сияқты, темір жолдар бекітілген жоба негізінде салынады, ал осы жоба темір жол салынатын трасса бойымен жүргізілген тиянақты жүргізілген ізденіс жұмыстарының нәтижесімен құрастырылады. Ізденіс жұмыстарын екі түрге бөледі: *экономикалық және техникалық*.

Техникалық ізденіс жұмыстарының негізгі тапсырмалары болып саналатындар – жер бетінде жоба бойынша салынбақшы жолдың пландық және профильдік орналасуын нақтылы анықтау. Сондықтан техникалық ізденіс кезінде трасса бойымен керекті топографиялық түсірістерді жасай отырып, инженерлік геологиялық және гидрогеологиялық жұмыстарды жүргізіп, көпірлік, тоннельдік өту жолдарын тиянақты тексереді.

Бұл тексерулер жоба жасау кезінде трассаны өте тиімді, ыңғайлы жағдайда құруға мүмкіндік береді. Сонымен техникалық ізденіс жұмыстары топографиялық, геологиялық, гидрогеологиялық, жол салу және басқа да осы жұмыспен тығыз қарым-қатынастағы жан-жақты, үрдісті істерден тұрады.

Жол трассасына қойылатын негізгі талап, берілген жылдамдықта іркілмей, қауіпсіз жылжу болып табылады.

Сондықтан темір жол салуда шекті жоғарғы еңкіштік (басқарушы) және шекті төмен бұрылу радиусы қалыптасқан (21-кесте).

4.1-кесте

Жұмыс аттары	Жол категориялары		
	I	II	III
Темір жолдар:			
а) басқару еңкіштігі	15	15	20
ә) жазық бұрылыстардың радиустары, м			
ең жоғары	4 000	4 000	4 000
ең төменгі ұсынылатын	1 200	800	600
б) тік қисықтардың (бұрылыс) радиустары, м	10 000	10 000	5 000

Бұрылыс радиусы кіші тұста еңкіштік шектік шаманы жеңілдетеді, яғни азайтады. Темір жолдарда бұл еңкіштікті жеңілдету мыңдық есесі формуламен есептеледі

$$\Delta i = \frac{700}{R}. \quad (128)$$

Мысалы, басқарушы еңкіштігі кезінде $i_p = 20\%$, бұрылыстағы ең үлкен шектік еңкіштік $R = 700$ м, сонда

$$\Delta i = i_p - \Delta i = 20 - \frac{700}{700} = 19 \text{ \%}.$$

Станциялар, разъездер және үлкен жол парктері салынатын алаңдар қатаң ереже ретінде тегіс, жазық жерлерден таңдап алынады, тек қана қиын, мүмкіндігі шектеулі тұстарда ғана жоғарыда айтылған құрылымдарды салу үшін еңкіштігі 2,5 % аспайтын, бір жаққа бағытталған, бұрылу радиусы магистральды жолдар үшін 1000 метрден, ал жергілікті жолдарда 600 м кем емес алаңдар таңдап алынады.

Ізденіс кезінде атқарылатын жұмыстар. Ізденіс жұмыстарын жүргізу кезінде екі негізгі тапсырмаларды орындауы керек:

1. Жол бойын салу және пайдалану кездерінде ыңғайлы, сонымен бірге оны салуда, пайдалануда ең аз шығын шығара отырып, тиімді трасса баламасын таңдау;

2. Трассаның және жол бойында салынатын оның барлық құрылымдарының жобасын жасау үшін керекті топографты-геодезиялық, инженерлі-геологиялық, гидрогеологиялық және басқа да материалдарды, берілімдерді жинау.

Трассаның жобасын жасаудың сатыларына байланысты, ізденіс жұмыстары *алдын ала және соңғы ізденіс жұмыстары* болып екіге бөлінеді.

Алдын ала ізденіс жұмыстары, камеральды жолмен, яғни қолда бар топографиялық және геологиялық карта немесе пландарды, аэрофототүсіріс материалдарын және де осы маңда бұрын істелген ізденіс жұмыстарының нәтижелерін пайдаланып іске асады. Бұл ізденіс жұмыстарының негізінде, болашақ трассаның принципальды бағыты және оның негізгі техникалық өлшемдері, сонымен трассаның таңдап алынған баламасы бойынша жуықталған жобалық шешімдері қабылданады.

Соңғы ізденіс жұмыстары – негізінен далалық ізденіс жұмыстары, мұнда атқарылатын істер негізінде бекітілген бағыт бойынша, үрдісті ізденіс партияларының ұжымдары жүргізеді. Ізденіс жұмыстарының бұл сатысында істелетін жұмыстар:

1) жол бойындағы барлық жобаланбақшы құрылымдардың бір геодезиялық жүйе бекеттеріне байланыстырылған трассаның жер бетінде нақтылы, бекітілген орынын анықтау;

2) керекті, нақтылы материалдар мен берілімдерді жинау: топографты-геодезиялық, инженерлі-геологиялық, гидрогеологиялық және де басқа материалдар.

Дайындық ізденіс жұмыстары кезінде, алдын ала далалық жұмыстарға шықпас бұрын осы жұмыстарға керекті материалдарды тиянақты қарап шығады. Осы материалдар негізінде болашақ трассаның тәсімін бекеттік нүктелерінің орналасуын, тіке жүргізілетін трасса бағытын, геодезиялық қосындар негіздерінің орналасу жағдайларын жасайды; бұрылу тұстары төбелерінің координаталарын жер бетіне түсіру үшін аналитикалық есептейді. Тиянақты түрде барлық гидрометрлік, геодезиялық аспаптарды және жабдықтарды тексеріп, ретке келтіріп алады.

Далалық жұмыстар кезінде, трассаның жобасы және тиянақты жер бетін шолу арқылы бұрылыстардағы бұрыш төбелерінің орналасуларын анықтайды және трасса бағытын салады: трасса бағытын салу, жүрістің бұрыштарын, қабырғалар ұзындықтарын, ұзынбойлық және көлденең бекеттік нүктелерді қалау, нивелирлеу, трассаны бекіту, сонымен бірге ірі масштабта жол қиылыстарын, өту жолдарын, түйісу маңдарын, күрделі бедерлі тұстарын және де басқа керекті құрылымдарды түсіру.

Тиянақты далалық жұмыстар негізінде трассаның жобасын жасайды, бұл жоба барлық құрылымдардың жұмыс сызбалары, негіздемелері есептеулер, көлемдік жұмыс журналдары, келісу құжаттары, геодезиялық және де басқа берілімдері көрсетілген түсініктеме мәтінінен тұрады.

Трассаны бекіту. Құрылыс салу алдында тез және жеңіл тауып алу үшін, трасса жер бетінде сенімді бекітілуі керек. Бекеттер және плюстік нүктелерді қазықшалармен айналасын жыра отырып, топырақпен үйіп бекітеді де, жанына қарауыл белгі қағады (қарауылда бекеттің реттік номері, кейбір берілімдері жазылады). Бұрылыс бұрыштарының төбелері және қатар нүктелер, көлденең

ірі асулардың нүктелері қосымша ағаш немесе темірбетонды бағаналармен бекітіледі, сонымен бірге оларды жергілікті заттармен байланысы көрсетілген сұлбасы жасалады.

Көпірлік өтулерді бір немесе екі ағаш бағаналармен ось бойымен әр жағада бекітеді. Ағаш бағаналардың ұшар басына көпір осін теодолитпен берілген бағытын көрсететін шеге қағып қояды. Бұрылу бұрыштарындағы ағаш бағаналарды ішкі жағына биссектриса бағытымен бекітілген төбесінен 1 м жерге орнатады.

Белгілерге майлы бояумен реттік номерін, кейбір берілімдерін жазып қояды. Бұрыштық бағаналарға оның бұрыш төбесі жағына, ал қатар нүктелерге олардың бекеті аз жағына жазылады.

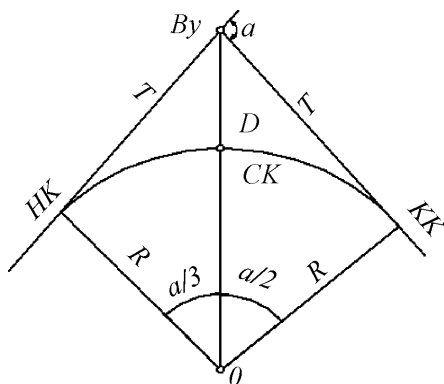
§11.2 Бұрылыс элементтері және қисығының бас нүктелерін қадалау

Бұрылыс қисығын алдын ала қадалау, жер бетінде бұрылыстың бас нүктелері бекеттерін қадалаудан басталады (82-сурет).

Егер шеңбердің центрі O нүктесін бұрылу ортасымен (BV)

жалғастырсақ, онда O нүктесінде $\frac{\alpha}{2}$ сүйір бұрышты екі тең тікбұрыштар пайда болады.

BV нүктелерінен HK (қисық басы) және KK (қисық соңы) нүктелеріне дейінгі жанама кесінділері *тангенс сызықтары* (T) деп аталады. Бұрылудың басы мен аяғына дейінгі бұрылыс шеңберінің доғасы *бұрылу қисығы* (K) деп аталады.



82-сурет. Бұрылыс қисығының негізгі элементтері

Екі тангенс ($2T$) сызығының және (K) қисығының ұзындықтарының айырмасы *жеткізіп өлшеу* (D) деп аталады. (BV) бұрышы төбесінен қисық ортасына дейінгі (CK) кесіндісін *биссектриса* (B) деп атайды. Трассаның техникалық жобасы сатысындағы ізденіс жұмыстары кезінде (алдын ала ізденіс жүргізу) жер бетінде BV , HK , CK және KK нүктелерін бекітеді.

Мұнда бұрылыс қисығының негізгі элементтерін білу керек: тангенс, қисық ұзындығы, жеткізіп өлшеу және биссектриса шамалары. 82-суреттен бұрылу қисығының элементтері бұрылу бұрышы, α және R бұрылу радиусының функциялары болып

есептеледі. Расында $T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$. (4.1-суретті қара).

1° доға ұзындығы $\frac{2\pi R}{360^\circ}$, ал K қисық ұзындығы α° -пен алғанда

$$K = 2\pi R \frac{\alpha^\circ}{360^\circ} \text{ немесе } K = \pi R \frac{\alpha^\circ}{180^\circ}. \quad (129)$$

K қисық ұзындығын радиан (ρ) арқылы табуға болады

$$K = \pi R \frac{\alpha''}{\rho}, \quad (130)$$

мұндағы α – ортаңғы бұрыш;

ρ – секундпен берілген радиан (2060265).

Жеткізіп өлшеу шамасы $D = 2T - K$.

Биссектриса шамасын тікбұрыштың гипотезасымен бұрылу радиусының R айырмасы ретінде табуға болады, яғни

$$B = \frac{R}{\cos \frac{\alpha}{2}} - R = R \left(\frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2}} - 1 \right) \text{ немесе } B = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad (131)$$

§11.3 Бұрылыс қисықтарын нақтылы қадалау және ауыспалы бұрылыс қисықтарын қадалау

Трассаның түзу тұстарының бұрылма қиылысқан тұстарынан көлік өткен (жылжымалы құрама көліктер) кезде центрден тепкіш күш пайда боладыда, рельсті вагон сыртқа қарай итереді, бұл күш

жоғары жылдамдықта өте қауіпті. Сыртқа тебу күшін әлсірету үшін бұрылмалы қисықтың басында радиус R шамасы шексіз шамадан қисық радиусына дейін кішірейтіледі және соңында R шамасынан шексіз шамасына дейін үлкейтіледі. Осы жылжымалы құрамның бұрылма қисықтарынан өтетін тұстарды *ауыспалы бұрылыс қисығы* деп атайды. Темір жолдардың бұрылыс тұстарында оның жоғары жағына екі күш әсер етеді: жылжымалы құрамның салмағы және центрден тепкіш күш. Осы күштердің тең әсер ету күші темір жол жазықтығына перпендикуляр бағытталғаны маңызды болады. Осы мақсатпен темір жолдың сыртқы рельсі ішкі рельске қарағанда жоғары (h) болатындай етіп салады. Ауыспалы бұрылыс қисығы жоғарыда айтылғандай салынса, көлік бұрылыстың басында және соңында іркілмей өтеді.

Ауыспалы бұрылыс қисықтары ретінде кейінгі кезде көбірек радиондальды спиральды қолданады. Оның теңдеуі

$$\rho = \frac{C}{L}, \quad (132)$$

мұндағы ρ – қисықтың осы нүктесіндегі бұрылу радиусы;
 L – осы нүктеге дейінгі ауыспалы қисықтың ұзындығы;
 C – тұрақты сан (қисық параметрі).

Осы теңдеуден ауыспалы қисықтың кез келген нүктесінің тік бұрышты координаталары (x, y) және оларды жер бетіне қалау формулалары алынады

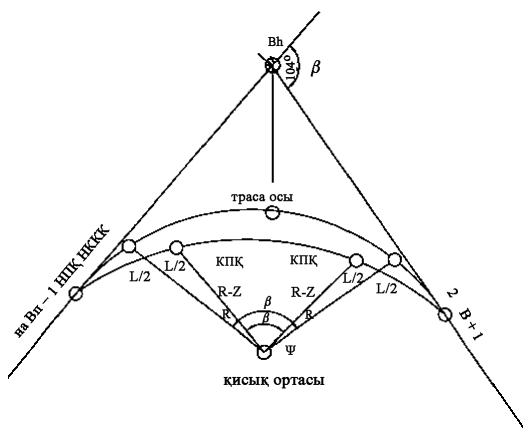
$$x_n = K_n - \frac{K^5}{40C^2}; \quad y_n = \frac{K_n^3}{6C}, \quad (133)$$

мұндағы, K_n – НПК-ден (ауыспалы қисықтың басынан) n -ге дейінгі ұзындық.

Осы формула арқылы ауыспалы бұрылысты қалаудың кестесі құрасытырылған. Кестемен жұмыс істеу, сол кестеде көрсетілген.

Ауыспалы қисықтың ұзындығы мына формула арқылы анықталады:

$$L = \frac{C}{R}. \quad (134)$$



83-сурет. Ауыспалы қисықтың орналасу тәсімі

Магистральді темір жол үшін C шамасын 45 000-нан 150 000 дейін поездің жылдамдығына байланысты қабылданады. Төменгі сатыдағы жылдамдығы төмен, қосалқы жолдар үшін, C шамасы 45 000-тан төмен алынады.

Сыртқы рельстің ішкі рельстен жоғары орналасуы

$$h = 12,5 \cdot 12,5 \frac{v^2}{R}, \quad (135)$$

мұндағы, v – трассаның осы тұсындағы жылдамдығы. Рельстің жоғарылатуы біртіндеп іске асады, ал оның шамасы 0,001 аспауы керек. Қазіргі кезде рельсті жоғарылатудың шектік шамасы 120 мм тең.

Ауыспалы бұрылыстың басталуы мен аяқталуларын салыстырып қарағанда симметриялы орналасқан, оның ұзындығының

жартысы $\frac{L}{2}$ бұрылыстың түзу тұстарының үстінде, ал екінші

жартысы бұрылыс қисығының үстінде, яғни орталық ψ бұрышына дәл келіп жатады (83-сурет).

Ауыспалы бұрылыстың бекеттік нүктелері келесі ретпен

анықталады: $НПК_1$ бекеті = $НК - \frac{L}{2}$ бекетіне; $НПК_2$ бекеті = $КК - \frac{L}{2}$;

$КПК_1$ бекеті = $НПК_1 + L$; $КПК_2$ бекеті = $НПК_2 + L$.

Екі ауыспалы бұрылысты салу кезінде, олардың ұзындығы L шамасына қысқарады. Ал қалған бөлігі қисықтың ортасына қарай Z шамасына ауысқан, орталық $\Theta = \beta - 2\varphi$ бұрышына сәйкес келеді. Яғни, қисық радиусы $R = Z$.

Ауыспалы бұрылыстың бас нүктелерін қалау үшін жоғарыда айтылған кестені пайдаланады. Бұл кестеде ауыспалы бұрылыстың C параметрінің әр элементінің мәні берілген.

Бұрылыстың бас нүктелерін қалап, бекіткеннен кейін, ауыспалы қисықты содан кейін барып бұрылыс қисығын нақтылы қалайды. Бұрылыстың нүктелерін әр 10, 20 м сайын бекітеді.

§11.4 Бұрылыс қисықтары

Бұрылыс қисықтарын қалау үшін әртүрлі әдістерді қолданады. Солардың бірі тік бұрышты координаталар әдісін қарастырамыз.

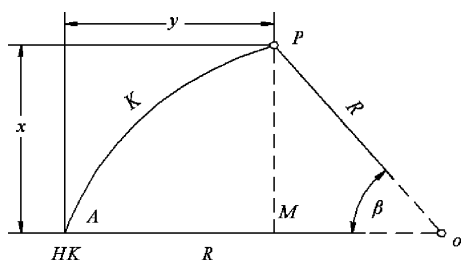
Тік бұрышты координаталар әдісі. Бұл әдісте қисық үстіндегі нүктелердің орналасу жағдайлары K тең доғалары арқылы $x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3; \dots x_n, y_n$; координаталарымен анықталады, мұнда абсцисс осі ретінде тангенс сызығын алады, координаталар басы болып қисықтың басы немесе соңы қабылданады.

Бұрылыс қисығы нүктелерінің координаталарын формуламен есептейді:

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= R \sin\varphi; y_1 = 2R \sin^2 \frac{\varphi}{2}; \\ x_2 &= R \sin 2\varphi; y_2 = 2R \sin^2 2 \frac{\varphi}{2} \\ x_3 &= R \sin 3\varphi; y_3 = 2R \sin^2 3 \frac{\varphi}{2}. \end{aligned} \right\} \quad (136)$$

Формуламен есептеудің орнына жоғарыда айтылған бұрылу қисығын қалау кестесін пайдалану қолайлы. Кестеде ауысу нүктелерін қалау бітіп, бұрылу қисығы басталатын тұстары жуан шрифтімен көрсетілген.

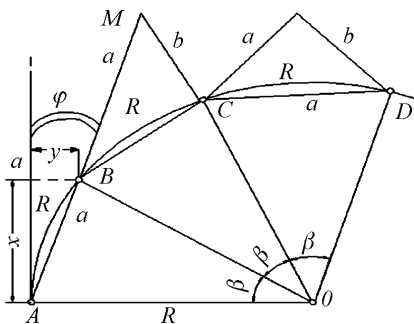
Бұрылуды нақтылы қалау, қисықтың екі жағынан ортасына қарай (CK) тангенс сызығы бойымен іске асады. Әр кесіндінің соңынан кері қарай $K - x$ шамасын және осы нүктеден нормаль



84-сурет. Бұрылу қисығын тік бұрышты координаталар әдісімен қадалау түсіреді де, соның бойымен y шамасын салады. Осы амалдан пайда болған нүктені қазықшамен бекітеді де, оған нүктенің реттік санын (бекеттік атын) жазады.

Нүктенің бекеттік орнын, осы HK бекетке ретімен K шамасын қоса отырып есептейді. Тексеру үшін, қазықшалардың арасын өлшеп, олардың 10 метрге тең екеніне көз жеткізеді. Жұмыстың дәлдігін арттыру үшін қазықшалардың ұшар басына шеге қағады.

Бұл әдістің жетістігі – бұрылу қисығының үстіндегі әр нүкте бір-біріне байланыссыз табылады, сондықтан келесі нүктелерде қателіктер шамасы артпайды. Бұл әдіс ашық, жазық жерлерде қолданылады. Орманды жерлерде және темір жолды үйменің үстіне немесе қазба ішіне орналасу да ұсынылмайды.



85-сурет. Созылған хорда әдісімен бұрылыс қисығын қадалау

Созылған хорда әдісі. Бұл әдіс кезінде бұрылмалы нүктелерді қадалау таспа және өлшегіш жабдықтарымен атқарылады (85-сурет). Бірінші қисық үстіндегі B нүктесін, оның x , y координаталары табады, ал C және басқа нүктелерін сызықтық қиылыстыруды a және b радиустарымен табады.

a хордасының ұзындығын көбінесе 5,10 немесе 20 метр деп

алады. Тік бұрышты координаталары x, y арқылы B нүктесін құрып алып, $AB=a$ хордасын $BM=a$ кесіндісімен жалғастырады, әрі қарай сызықтық қиылыстыру радиусымен $b = 2y$ және a (M және B нүктелерінен) сала отырып, қисық үстінде C нүктесін табады. Тура осылай, бұрылыс қисығының үстіндегі қалған нүктелерінің орнын тауып, белгілеп, қазықшалармен бекітеді. Созылған хорда әдісімен қадалауда барлық өлшеулер сол қисықтың өзінің тұсында өтеді, сондықтан бұл әдіс жұмыс істеуге тар жерлерде (үйме, қазба, тоннельдер ішінде) пайдаланылады. Бұл әдісті радиусы 200 м дейінгі бұрылыстарда қолдану тиімді.

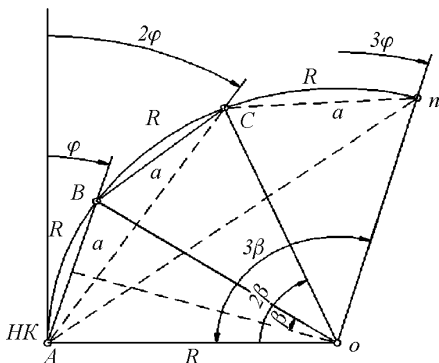
Созылған хорда әдісінің негізгі кемшілігі нүктелер тізбегінде қателер шамасы арта беретіндігінде.

Бұрыш әдісі. Бұл әдісте берілген хорда шамасы (көбінесе бұл шама 20 метр деп алынады) ортаңғы β бұрышын анықтайды (86-сурет).

НК нүктесінде теодолит орнатып, тангенс сызығынан

$$\varphi = \frac{\beta}{2}, 2\varphi, 3\varphi, \dots \text{ және қатар бағытымен } AB = a \text{ кесіндісін салады,}$$

әрі қарай сызықтық-бұрыштық қиылыстыру әдісімен C, D және де келесі нүктелерді табады.



86-сурет. Хорда (бұрыш) әдісімен бұрылыс қисығын қадалау

Бұрылыс қисықтарын қадалау кестесінен φ бұрыштарының $a = 20$ м хорда және әртүрлі шамадағы R радиусы үшін шамаларын алады, кестемен жұмыс істеу реті оның мәтінінде айтылған.

Хорда (бұрыш) әдісімен бұрылыс қисығын қадалауда өлшеу кезіндегі қателері бірте-бірте артып отыратынын еске сақтау керек.

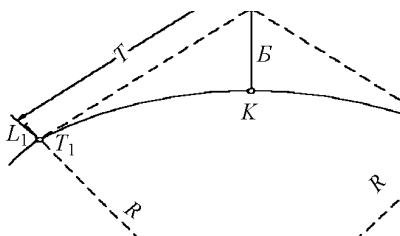
§11.5 Тік жазықтықтағы қисықтарды қадалау

Дөңнің екі жағындағы іргелес ұзынабойлық профильдік еңкіштік, тік шеңбердің доғасы арқылы жалғасқан еңкіштіктің алгебралық айырмашылығы ретінде атқарылады

$$= 0.002 \text{ және одан да артық.}$$

Тік қисықтың радиусы, ереже ретінде қабылданғандай 5000 м тең болуы керек.

Жағдай болмаған қиын жағдайда бас темір жолдарының радиусы 4000 және 3000 м, ал өте қиын жағдайда 2500 және 2000 м жобалауға рұқсат беріледі. Парк ішіндегі және қызмет жолдарында тік қисықтың радиусы 1500 м дейін жетуі мүмкін. 87-суретте еңкіштіктердің жалғасу тәсімі берілген.



87-сурет. Еңкіштіктердің жалғасу тәсімі

Еңкіштіктердің тік жалғасу тангенсі $OT_1 = OT_2 = T$ формуламен анықталады

$$T = R \frac{\Delta i}{2}, \quad (137)$$

мұндағы, R – тік шеңбердің радиусы;

- жалғасқан еңкіштіктің алгебралық айырмашылығының абсолюттік шамасы.

Бұл шаманы есептегенде жоғары көтерілу мәндері «плюс», төмен түсуі «минус» деп қабылданады.

Биссектриса $OK = B$ шамасы жоғары дәрежелі дәлдікпен формула арқылы анықталады

$$B = \frac{T^2}{2R}. \quad (138)$$

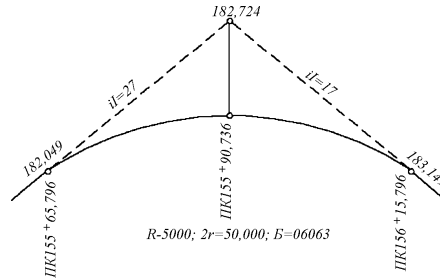
Қисық ұзындығы мен тангенс сызығықтарының қосындысы іс жүзінде өте аз, сондықтан оларды тең деп алады

$$K = 2T. \quad (139)$$

Тік қисықтың үстінде орналасқан кез келген нүктенің орналасу жағдайлары тікбұрышты x, y координаталармен анықталады.

Абсцисса осі x қисықтың басынан бекеттер үстімен өтеді де, y ординаты формуламен анықталады (88-сурет)

$$y = \frac{x^2}{2R}. \quad (140)$$



88-сурет. Тік қисықтың тәсімі

Тік қисық үстінде орналасқан нүктелердің биіктік шамалары формуламен анықталады

$$H_k = H_T + \Delta H; \quad \Delta H = \frac{x^2}{2R}, \quad (141)$$

H_k – қисық үстіндегі нүктенің биіктік шамасы;

H_T – тангенс сызығының үстінде жатқан нүктенің абсолюттік биіктік шамасы;

ΔH – тангенс сызығынан нүктенің алшақтауы;

x_1, x_2, x_3 – тік қисықтың басынан (соңынан) орны анықталмақшы нүктеге дейінгі арақашықтық.

Тік қисықтың элементтері T және B , сонымен бірге x координаталарын және y (ΔH) анықтау үшін арнаулы кесте құрастырылған. Төменде қисық үстінде орналасқан нүктелердің биіктік шамаларын анықтау үшін арнайы формуляр берілген (4.2-кесте).

Қисықтың T және B элементтерін есептеу үшін, Δi шамасы анықталған. Берілген мысалда $\Delta i = i_2 - i_1 = +17 - (+27) = -10$,

сонда $T = R \frac{\Delta i}{2} = 5000 \times \frac{0,010}{2} = 25,000$ м және

$$B = \frac{T^2}{2R} = \frac{625}{10000} = 0,063 \text{ м.}$$

Қисықтың бас элементтерін есептеп болған соң, қисықтың басынан ортасына дейінгі нүктелердің биіктік шамаларын нақтылы есептеуге кіріседі. Ведомостің бірінші колонкасына әр нүктенің бекеттік мәнін 5 м сайын жазады. Екіншісіне нүктелердің i_1 жобалық еңкіштікті тангенс сызығында есептелінген биіктік шамаларын жазады (мысалда, $i_1=0,027$).

4.2-кесте.

Қисық үстінде орналасқан нүктелердің биіктік шамаларын анықтау кестесі

Бекеттер	H_T бастапқы	ΔH	H_K біткен	Еңкіштік
1	2	3	4	5
155+65,796	182,049	0	182,049	+26,4
70,796	184	-3	181	+25,6
75,796	319	-10	309	+24,4
80,796	454	-23	431	+23,6
85,796	589	-40	549	+22,4
155+90,796	182,724	-63	182,661	
155+90,796	182,724	-63	182,661	+21,6
95,796	809	-40	769	+20,4
156+0,796	894	-23	871	+19,6
5,796	182,979	-10	182,969	+18,4
10,796	183,064	-3	183,061	+17,6
156+15,796	183,149	0	183,149	

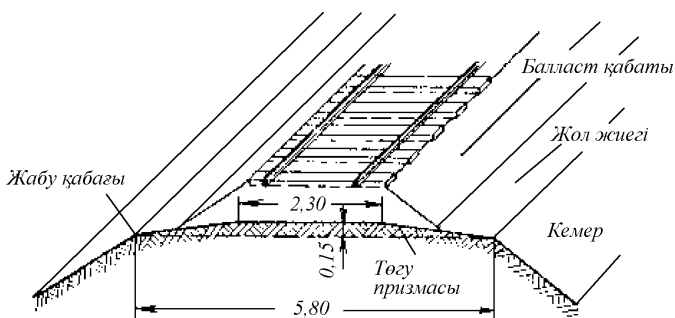
Кестеден немесе $\frac{x^2}{2R}$ формуласы арқылы H_T -ға түзетулерді

есептеп, кестеге құяды. H_T биіктік шамасына түзету қисық дөңес болса, «минус» мәнді, ал төмен иілген болса, «плюс» мәнде болып енгізіледі. ΔH түзетулері Δi түзетулеріне ұқсас (плюс және минус) мәнді болады.

§11.6 Жер бетіне темір жолды төсеу қабаттарын қадалау

Темір жолдың негізгі жабу бөлігі (полотно) болып, оның үстіңгі жағына жатқызылатын рельс пен шпалдар есептеледі (89-сурет).

Темір жол үймесін су шайып кетпес үшін, балласты қабат астындағы негізгі үймені *ақпа призма* тәрізді етіп жасайды. Жабу бөлігінің ені 5,8 м бір жолды темір жолда ақпа призма қимасы-

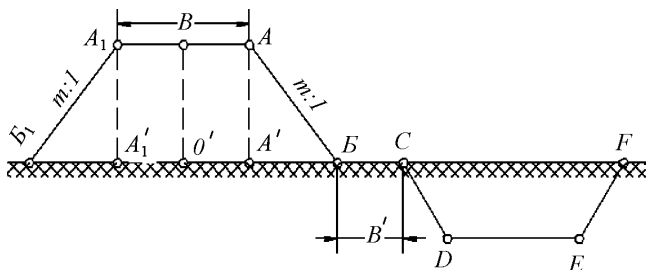


89-сурет. Темір жол үймесінің құрамы

ның жоғарғы табаны 2,30 м және биіктігі 0,15 м трапеция пішінді болып келеді. Ені 10 м екі жолды темір жолда табаны және биіктігі 0,20 м үшбұрышты ақпа призма салынады.

Жол бойы бағытымен екі жағына су ағатын жыралар (кюветы) салынады. Жыралардың орташа тереңдігі 0,6 м, ал ұзынабойлық көлбеулігі 3‰ кем болмауы керек.

Құрылыс белдемелерін қадалау. Бұл жұмысты атқару кезінде жолдың үстінгі бетін салу орнын тиянақты қадалайды, яғни құрылыс белдемелерін қадалайды. Бұл қадалау жер бетінде полотноның профильдік айтулы нүктелерінің пландық және биіктік шамаларын белгілеу: осьтерін, қабақтарын, үю табанын, жыраларды және т.т.



90-сурет. Көлденең профильді үймеде қадалау

Жолдың ұзынабойлық профилінің әр 20-40 м сайын, әр бұрылыс, әр сыну тұстарында көлденең профильдерін (поперечниктерін) қадалайды. Ол үшін осьтің бойымен, бекеттер арасында көлденең профильдің осьтік нүктелері болып саналатын плюстік нүктелерді қадалайды. Көлденең профильдің өзі осы нүктелерден қадаланып, трассаның осіне перпендикуляр

қадаланады. Трассаның бұрылыстарында қисықтың ортасына қарай көлденең профильдер әр 10-20 м сайын қадаланады. Көлденең профильді қадалаумен қатар, жер бетіне «қызыл биіктіктерді» (жобалық) шығарады.

Жолдың қызыл биіктігі салынып біткен жолды жабу қабағының биіктігіне дәл келеді. Жұмыс істеу биіктіктері, яғни үйме биіктігі немесе қазу тереңдігі, қабаттарының биіктігі бойынша қызыл биіктіктерден ось бойынша қара (нақтылы биіктік) биіктіктердің айырымына тең. Мұнда, егер қызыл биіктік қара биіктіктен үлкен болса, онда жол үйме үстімен салынады, ал кем болса, онда қазу ішімен өтеді деген сөз.

Жобалық биіктіктерді және көлбеуліктерді жер бетіне шығару ыңғайлы болуы үшін, жұмысқа шығар алдында «жазылған профиль» сұлбасын жасап алады, мұнда жолдың ұзынабойлық профилінің негізінде, әр көлденең профильге жер бетіндегі қызыл және жұмыс істеу биіктіктерін, жолдың екі жағындағы жыраның тереңдігі және де басқа берілімдері есептеп алынған.

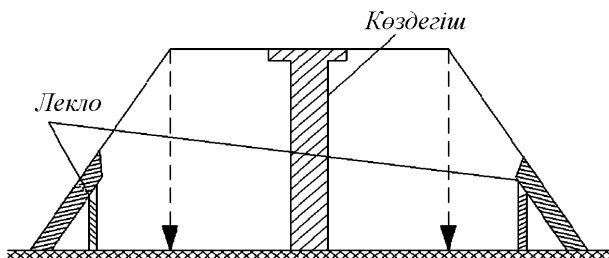
Үйме үстіндегі профильдерді қадалау. Үйменің профильдерін қадалау (90-сурет) кезінде жер бетінде осьтік O' нүктесін, қабақтарының проекциясы A', A'_1 және үйменің табаны B', B бекітеді. Егер жергілікті көлбеулік $3-4^0$ көп болмаса, онда төмендегідей қабылдауға болады

$$O', A'_1 = O' A'_1 = \frac{B}{2} \text{ және } A'B = A'_1 B_1 = hm, \quad (142)$$

мұнда B – жол бетінің жобалық ені;

h – үйме биіктігі;

$1:m$ – жол кемерінің құлдымалығы (көлбеулігі), яғни үйме биіктігінің h табаны $A'_1 B_1$ қатынасы.



91-сурет. Үймені үю қадалау лекалосы

Үйме осінен табанына $O'B$ немесе $O'B_1$ дейінгі арақашықтық

$$l = \frac{B}{2} + hm. \quad (143)$$

Мысалы, жол бетінің ені $B = 10$ м, үйме биіктігі $h = 3$ м және кемер көлбеулігі $1: m = 1:1,5$ болғанда осьтен үйме табанына дейінгі қашықтық

$$l = \frac{10}{2} + 3 \times 1,5 = 9,5 \text{ м.}$$

Сонымен, көлденең профильдерді жазық жерлерде қадалаған-

да осьтен екі жағына $\frac{B}{2}$ қашықтығын салады, қабақтарын белгі-

леп арақашықтықтарын салып, кемердің табанын қадалау үшін

$l = \frac{B}{2} + hm$ салады. Табанынан BC бермасын және $CDEF$ жыра

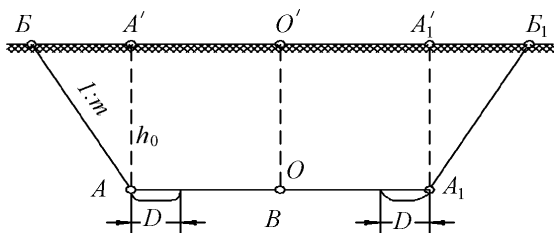
нүктелерін өлшеп салады. Барлық нүктелер қазықтармен бекітіліп, аттары: «ось», «қабағы» және т.т. деп жазып қояды.

Темір жол салатын жер көлденең құлдиламалы (тау бөктерінде) болса, үю жұмыстары біршама қиындайды. Бұл жағдайда көлденең профильдер деңгейдің, рейканың және кемерлік лекалоның (арнайы жасалған) көмегімен жуықтау әдісімен іске асады (91-сурет).

Жер бетінде үймені қадалау лекаломен іске асады, оны бекеттердің және жобалық профильдердің сыну тұстарына қойып бағыттады.

Ось үстіне көлденең тақтай бекітілген көздегішті қағып орнатады, бұл көздегіштің жоғары жақ жиегі полотноның қызыл (жобалық) биіктік деңгейіне дәл келуі керек. Кемер табынына кемер көлбеулігін көрсететін кемерлік лекалоны орнатады.

Жер қазғыш машиналармен жұмыс істегенде, бұл лекалоларды сирегірек орнатады. Жұмыс барысында полотно ені, кемер көлбеулігі тұрақты түрде тасымалды шаблонмен және өлшеулермен тексеріліп отырылады. Үйме қарасы толық үйілгеннен кейін, оның осін қайта тұрғызады да, көлденең профильдерінің нүктелерін жол үстіне шығарып, жобалық биіктіктерін оның шөгін отыру шамасын еске ала отырып тексереді де, келесі жұмыстарға ауысады.



92-сурет. Жол орнын қазудағы көлденең профиль

Жолды қазып салу кезіндегі көлденең профильдерді қадағалау жұмысы трассаның осьтік O' нүктесін бекітуден басталады (92-сурет). A', A_1 нүктелері және B, B_1 қазу қабақтары (жиектері), яғни бірінші ретте жер төсемі сұлбада құрастырылған кезде, жер қазу жұмыстарында көлденең кескіні $BA A_1 B_1$ трапеция түрінде көрсетіледі.

Егер жер беті салыстырмалы түрде жазық болатын болса, онда A', A_1 және B, B_1 нүктелерінің орны суреттегідей қарапайым. 92-суретке сай

$$O', A' = O' A_1 = \frac{B}{2} + D, \quad (144)$$

мұнда B – жол полотносының ені;

D – жол жиегіндегі жыраның жоғары жақ ені.

Табылған O', A' шамасын осьтің екі жағына өлшеп салып, A', A_1 нүктелерін табамыз. Осы нүктелерден кемердің mh жазық проекциясын (заложениясын) өлшеп, B және B_1 қазу жиектерін бекітеді.

Бақылау сұрақтары:

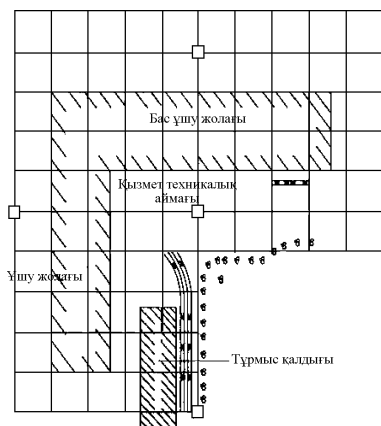
1. Экономикалық ізденіс дегеніміз не?
2. Техникалық ізденіс дегеніміз не?
3. Бұрылыс радиустарын қалай қадалайды?
4. Дайындық ізденіс жұмыстары дегеніміз не?
5. Далалық жұмыстарға не жатады?
6. Трассаны қалай бекітеді?
7. Бұрылыс элементтеріне не жатады?
8. Тангенс сызығы деген не?
9. Ауыспалы бұрылыс дегеніміз не?
10. Бұрылыстарды қадалауда қандай әдістер қолданылады?

XII тарау

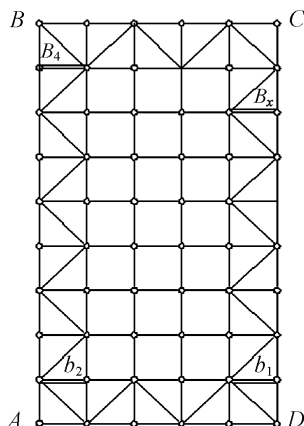
АЭРОДРОМДАРДЫ САЛУДАҒЫ ИНЖЕНЕРЛІК ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

§12.1 Құрылымдарды пландық және биіктік қадалау жұмыстары

Іс жүзінде аэродромдардың орнын топографиялық ізденіс жұмыстары 1:500 масштабта жүргізеді, ал геодезиялық негіздерін 1:2000 және 1:500 масштабтардағы топографиялық планын құру үшін, полигонометрия немесе аналитикалық торлар құра отырып іске асырады. Орманды жерлерде пландық геодезиялық негіздерді полигонометриялық жүрістер, ал ашық тұстарда микротриангуляция торлары немесе геодезиялық бақылау әдістері арқылы құрады.



93-сурет. Полигонометрия



94-сурет. Микротриангуляция

Геодезиялық негіз қосындарын негізгі құрылым маңында орналастырады да, (ұшу-қону жолақтары, ұшақтар тұратын орындар, құрылыс шоғырланған аймақтар) қабырғалары 400 метрлік торлармен түйістіреді.

Полигонометрия тұйықталған жүрістермен құрылады (93-сурет). Қабырғаларын жарық өлшегіштерімен немесе аспалы өлшегіш жабдықтармен өлшейді. Микротриангуляция қабырғаларының ұзындықтары 400-800 м болып келеді. Созылмалы алаңдарда тор құру тәсімі 94-суретте көрсетілген.

Тор ішінде төрт қабырғасын (базистері) 1: 50 000 қателікпен өлшейді, қабырғалар арасында кейбір бөліктерін тендейді.

Биіктік негіздері аэродромдар салуда маңызды рөл атқарады. Сондықтан биіктік негіздерін құруда, өлшеулер жүргізуде өте мұқият болған дұрыс. Тік жазықтықта тегістеу жұмыстары, нивелирлеу кезінде биіктіктері анықталған нүктелер арқылы жүргізіледі және де осы нүктелер арқылы тегістеу жұмыстарының (қазу, үю, ысыру) көлемі анықталады.

§12.2 Аэродром салатын алаңды таңдау

Аэродром салатын алаңды таңдау кезінде келесі талаптар еске алынады:

1. Алаң ауданы ұшу құрылымдарының барлығын, тұрмыс нысандарын орналастыруға болатындай және де жыл бойы соғатын желдің басым бағытына бағдарланған, яғни бас ұшу жолағы осы бағытпен орналасуы керек;

2. Ұшу аппараттарының ұшу-қонуы қауіпсіз болуы үшін, жер бедерінің көлбеулігі 0,02% аспауы керек, мұнда тік қисық радиусы 8000 м кем емес. Нөсер жауын суы тез ағып кетуі үшін, ұшу алаңының көлбеулігі 0,005% кем болмауы керек. Осы айтылған шамаларға қарай отырып, жер бедері жазық, терең жырасыз, орташа көлбеулігі 0,02-0,03% аспайтын, бірақ 0,003-0,005% кем емес, себебі мұндай жағдайда жер қазу, үю, ысыру жұмыстары аз болады;

3. Ұшу-қону алаңына жақын маңы аспаны, әсіресе жыл бойы соғатын желдің басым бағыты ашық, яғни жақын жерде биік құрылымдар болмауы керек. Ұшу-қону алаңының шетінен биік құрылымға немесе биік тауларға дейінгі жақын ауа кеңістігіндегі қашықтық L формуламен есептелінді

$$L = \frac{H + h + 10}{\operatorname{tg}\theta}, \quad (145)$$

мұнда H – кедергі биіктігі, м;
 h – кедергі табанының ұшу-қону алаңының шетінен биіктігі, м;
ұшу аппаратының ұшу немесе қалықтау бұрышы;

10 – ұшу аппаратының қосалқы өлшемдері, м;

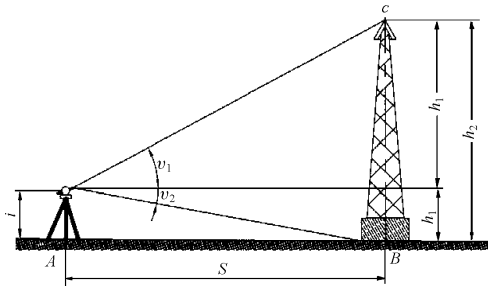
4. Жер құрамы тұрақты, тығыз, сонымен бірге жер асты суының тереңде орналасқаны дұрыс. Алаң батпақты болмай, терең жырасыз, жер асты қуыстарынсыз және жер бетінің ығысып жылжуы байқалмайтын, сонымен бірге еріме, ақпа сулармен толмайтын алаңдардан тандап алынады.

§12.3 Ұшу-қону алаңына жақын маңдағы кедергі биіктігін анықтау

Ұшу-қону алаңына ізденіс жұмыстарын жүргізу кезінде, оған жақын маңдағы ұшып-қонудың дұрыс, қалыпты жұмыс істеуіне кедергі (ғимарат, антеналар, электр желілерінің бағаналары, т.т.) биіктіктерін анықтау керек болады.

Кедергі биіктігін анықтау геодезиялық нивелирлеу әдісі арқылы іске асады.

Тік бұрышты өлшеу үшін, теодолитті биіктігі белгілі алаңда, кедергіге дейінгі S қашықтықта орналасқан бір нүктенің үстіне орнатады (95-сурет).



95-сурет. Кедергі биіктігін анықтау тәсімі

Суреттен кедергі биіктігі $h = h_1 - h_2$. Өйткені $h_1 = S \operatorname{tg} \alpha_1$; $h_2 = S \operatorname{tg} \alpha_2$ онда $h = S(\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2)$.

$$H_C = H_A + i + S \operatorname{tg} \alpha_1, \quad (146)$$

мұнда i – A нүктесінде орналасқан аспап биіктігі.

Егер B нүктесінің кедергі табанындағы биіктігі белгілі болса, онда жоғарғы нүктесінің биіктігі мына формуламен анықталады:

$$H_C = H_B + S(\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2). \quad (147)$$

§12.4 Аэродромдарды салудағы қадалау жұмыстары

Аэропорт территориясында *құрылыс салу зонасы* бар, ол қызмет – техникалық және тұрғын қалашығы құрылымдарынан тұрады.

Аэропорттың қызмет ғимараттарына аэровокзал, ангарлар, жанар-жағармай сақтау орындары және ұшуды ұйымдастыратын, көлікпен тасымалдау жұмыстарын қамтамасыз ететін арнайы құрылымдар жатады.

Қызмет-техникалық құрылымы ұшақтар тұрағына жақын, ұшу жолағының сыртында, қону және ұшуға кедергі болмайтын жерде орналасады.

Тұрғын қалашығы, барлық аэропорттың ұшу құрамы және қамсыздандыру қызметкерлерінің тұрғын үйлерінен, мәдени-тұрмыс және коммуналдық құрылымдардан тұрады.

Ұшу зонасына ұшу алаңы, ұшақтар тұрағы, бұрылу-бағыттау жолдары жатады.

Ұшақтардың ұшуы және қонуы үшін ұшу алаңында ұшу жолағы орналасады.

Ұшу жолағы арнайы цемент-бетон қабатынан тұрады. Ірі аэропорттарда мұндай жолақтардың 2-3 салады, ал олардың ұзындығы 2-3 км, ені 80-100 м болып келеді.

Сонымен бірге, ұшақтарды орналастыру және техникалық қызмет көрсететін арнайы орын салынады, бұл орын ұшу алаңынан тыс, бірақ ұшу жолағымен бұрылу, бағыттау жолымен жалғасқан. Бұл жолдардың барлығы бетон қабаттарынан тұрады.

Ұшу алаңы айналасы бағытында орналасатын кеңістік ұшу алаңына жақындау маңы болып саналады, мұнда орналасқан тік құрылымдар биіктігі шектелген.

Ұшу-қону операциясы қауіпсіз болуы үшін ұшу алаңы шетінен көкжиекке бағытталған көлбеу жазықтық, ұшақтың ұшу (көтерілу) немесе қалықтау бұрышына тең, және де барлық ұзындыққа кез келген кедергіден 10 м биік болуы керек.

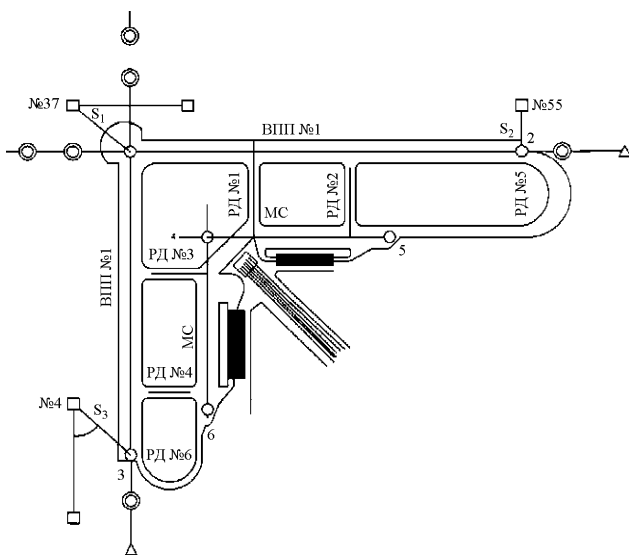
Аэродром салуда оның жер асты инженерлік құрылымдарын жүргізу маңызды жұмыстар қатарына жатады: су бағыттау жүйесі (дренаж және жауын, ақпа суы канализациясы, су жеткізу жүйелері. Бұл торлар жоғарыда айтылған инженерлік геодезия әдістерімен атқарылады.

§12.5 Ұшу алаңының осьтерін қадалау және бекіту

Жер бетінде аэропорт құрылымдарын қадалау, келесі жұмыс істеу жобасының құжаттары негізінде жасалады:

- 1) аэропорттың Бас жоспарының 1:200 масштабтағы планы;
- 2) ұшу алаңының 1:500 масштабтағы қадалау сызбасы;
- 3) 1:2000 масштабтағы тік жазықтықта тегістеу жобасының сызбасы, есептеулері;
- 4) жер асты коммуникацияларының пландарымен ұзынабойлық профилдері;
- 5) әр құрылымның, түйісулердің, бекеттердің жұмыс істеу сызбалары.

Қадалау алдында алаңдағы және оның маңындағы барлық геодезиялық тор қосындарын тексереді де, олардың бұзылғаны, жойылғаны болса тексеріп қалпына келтіреді.



96-сурет. Ұшу алаңының негізгі осьтерін қадалау

Егер бекеттік тор, ізденіс жұмыстары кезінде бекітілмеген немесе сақталмаған болса, онда бекеттік торды қалпына келтіріп, бекітеді де, ұшу алаңының барлық «қара» биіктіктерін тексереді.

Құрылымның негізгі нүктелерін, осьтерін қадалауда қолданылатын қосындардың координаталары тексеріледі.

Далалық тексерулермен бірге, жобалық аналитикалық берілімдерде қайта тексеруден өтеді.

Аэродромның жобасын жер бетіне түсіру, ұшу алаңының барлық құрылымдарына негіз болатын ұшу-қону алаңының ұзынабойлық осьтерін қадалаудан бастайды. Қадалауды геодезиялық негіз қосындарынан бастайды.

Полярлық координаталары арқылы жақын маңдағы қосындардан ұшу алаңының басталу және аяқталу нүктелерін тауып, бекітіп, осы нүктелер арасында бекеттік нүктелерді қадалайды (96-сурет).

Бұл жұмысты дәлдігі 30'' кем емес теодолитпен, компараторда тексерілген болат таспамен немесе шектік қатесі 1:2000 оптикалық қашықтық өлшегішпен атқарады.

§12.6 Ұшу алаңын тік жазықтықта тегістеу кезіндегі қадалау жұмыстары

Тік жазықтықта ұшу алаңын тегістеу екі сатылы (этап) жұмыс ретінде атқарылады.

Алдымен жер бетін тегістеп алады, яғни шұңқырлы жерлеріне биік жердегі топырақ ығыстырылып, артығы жер бетіне үйіледі. Екінші этапта жер бетінің біркелкі тегіс болуы үшін, жобадағы қызыл биіктіктермен және көлбеулікті сақтай отырып, тегістеу жұмысын жүргізеді.

Қадалау шаршылар әдісімен іске асады.

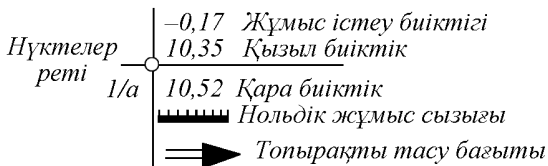
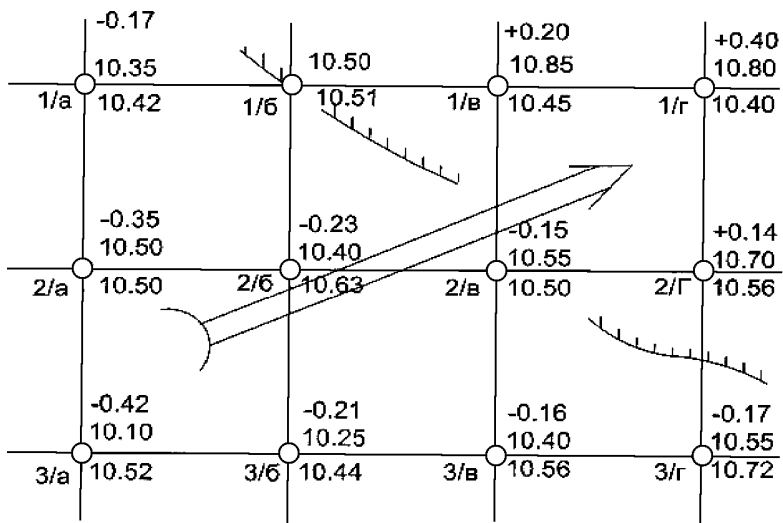
Ұшу алаңы бетінің жобалық (қызыл) биіктіктері жер бетіне жеке биіктіктері арқылы, 40х40м болып келетін шаршылар төбелерін жер бетіне түсірумен іске асады (97-сурет).

Ұшу алаңының жобалық (қызыл) беті нақтылы жер бетіне бекітілген 40х40 м шаршылар төбесінің әр биіктіктері арқылы іске асады.

Алдымен келесі жұмыс түрлері іске асады:

1. Шаршылар төбесін бекіткен қазықтың жанындағы қарауыл қазықшаға осы шаршы төбесінің жұмыс істеу биіктігін жазады (үю «плюс», қазу, ысыру «минус» таңбалы);

2. Үю немесе қазу жұмыстарының аймақ сұлбасын қазықшалармен бекітеді де, ең терең немесе ең биік үю бағытын көрсетеді;



97-сурет. Шаршылар әдісімен қадалау тәсімі

3. Үйменің айтулы тұстарына көздегіш қағып қояды, мұнда көздегіштің жоғарғы жиегі үюдің биіктік шамасына дәл келуі керек.

Алаңның беті жобалық биіктіктеріне 10-20 см қалғанша жер бетін жобамен ысырып, үйіп, шұңқырларды тазалап, үймелерді тегістеп болғаннан кейін нақтылы тегістеу үшін шаршы төбелерін қадалауға кіріседі.

Мұнда шаршылар төбесіне қағылған қазықтар жобалық биіктіктерге дәл биіктікте бекітіледі де, нивелирмен тексеріліп қызыл биіктіктер шамасы тұсына белгі салынады.

Ұшу алаңын соңғы рет дәл тегістеу үшін, биіктік нүктелерінің шаршы торын 10x10 м дейін төмендетеді. Тегістеу жұмысы біткеннен кейін, 40x40 м шаршы торы арқылы орындалған жұмысты нивелирлеумен түсіріп (исполнительная съёмка), оның тік жазықтықта орындау сызбасы жасалады.

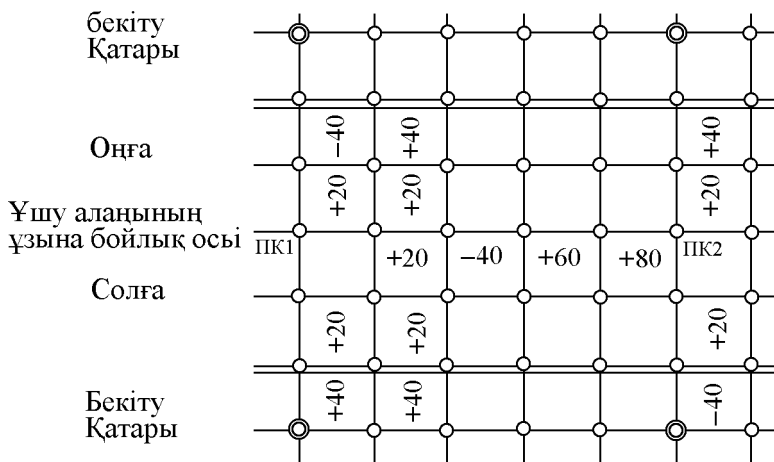
Орындау түсірісі 1:2000 масштабта 40x40 м шаршы торлары арқылы атқарылады. Сызбада жобалық қызыл, нақтылы қара биіктіктерді және олардан ауытқу шамалары көрсетіледі (ауытқу шамасы ± 4 см аспауы керек).

Ұшу алаңы ұсақ толқымалы төмен, жоғары болмай, сыртқа шығыңқы төбешіксіз тегіс болуы керек.

Ұшу-қону жолақтары 0,006 – 0,08 ‰ промилді көлбеулікті, екі табанды профильді болып келеді.

Жолақтардың жиектерінде жауын суы ағатын науа, су қабылдайтын құдықтар салынады. Тұрақ және бұрылу жолдары бір табанды көлбеулікте салынуы мүмкін.

Ұшу жолағы және бұрылу жолдары цементті-бетонды плита қабаттарынан тұрады. Бұл қабаттарды құм төсеніштің үстіне жеке шаршылап жасалған ағаш ыдыстың ішіне құяды. Бетондау жұмысының алдында жолақтың ұзынабойлық осін қалпына келтіріп, тексеріп нивелирлейді (98-сурет).



98-сурет. Көлденең жұмыстық профильдерін бекіту тәсімі

Бетондау механикаландырылған болса, мұнда арнаулы пішінді бетон құюшы механизм жылжитын рельс орнатады. Плита қабаттарының қатарын қадалау үшін, негізгі ұзынабойлық осьті немесе оның ұзынабойымен қатар салынған осьті пайдаланады.

Әр плита ыдысының орнын қадалау, ұшу алаңының ұзынабойлық осінен, әр 20 м сайын салынған көлденең профильдері

үстімен іске асады. Әр 20 м сайын ұзынабойлық осі бойымен «плюстік» нүктелерді жолақтың сыртында қосымша жазықтықтар қатары ретінде бекітеді. Бұл бекітілген нүктелік белгілер, жер асты коммуникацияларын қадалау және осьті, басқа жұмыстарды қалпына келтіру үшін пайдаланады. Бұл белгілердің бір шамасын (әр үш бекет сайын) жер қабатының суықтан кату тереңдігінен төмен орнатып бекітеді де, жұмыс реперлері ретінде пайдаланады.

Құрылыс біткеннен кейін барлық орындалған жұмысты түсіру жүргізіледі де, оның толық құжаттары (жер асты коммуникацияларының, ғимараттары және құрылымдарының) жасалады.

Бақылау сұрақтары:

1. Аэродромдарды жобалаудағы ізденіс жұмыстарына не жатады?
2. Геодезиялық негіздер қалай құрылады?
3. Микротриангуляция дегеніміз не?
4. Аэродром салуда алаң қалай таңдап алынады?
5. Кедергі биіктігін қалай анықтайды?
6. Аэродром салудағы қадалау жұмыстары қалай жүргізіледі?
7. Ұшу зонасы дегеніміз не?
8. Ұшу алаңының осьтері қалай қадаланады?
9. Ұшу алаңының осьтері қалай бекітіледі?
10. Алаңды тегістеу қалай жүргізілді?

ҮШІНШІ БӨЛІМ.
ҚҰРЫЛЫС-МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫНДАҒЫ
ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

XIII тарау
ҚҰРЫЛЫС АЛАНДАРЫНДА ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ
ЖҰМЫСТАРДЫ ҰЙЫМДАСТЫРУ

§ 13.1 Құрылысты геодезиялық жұмыстармен
қамтамасыз ету

Геодезиялық жұмыстарды жүргізудің техникалық құжаттары *Геодезиялық қызметтің негізгі істері*. Қазіргі құрылыс индустриялық әдіске айналып, құрылыс алаңдары үлкен монтаждау майданына айналған шағында, геодезиялық істер осы алып құрылыстардың технологиялық үрдістерінің бөлінбейтін бір тармағына айналған. Сондықтан геодезиялық жұмыстардың дәлдігіне жоғарғы талаптар қойыла бастады. Геодезист маман құрылыс алаңдарында келісіліп, қабылданған жалпы күнтізбелік жоспарға сай жалпы құрылыс, монтаждау және арнаулы жұмыстарды күнделікті, уақтылы атқарып отыруы керек. Осындай геодезиялық жұмыспен қамтамасыз ету, біріктірілген жұмыс графигінде қарастырылып, құрылыстың барлық сатысында іске асады: құрылыстың жоспарын құруды ұйымдастыру (ПОС) және жобаны жүргізу (ППР) кезеңдерінде.

Кейінгі кезде құрылыс-монтаждау жұмыстарын геодезиялық іспен қамтамасыз ету көлемі одан әрі өсе түсті, себебі құрылыстағы құрама-темірбетонды құрастыру жұмыстары көбейіп, оларды іске асырудағы геодезиялық жұмыстар арта түсті. Сондықтан құрылыстың жоспарын құруда (ПОС) аталған жұмыстарды да қоса қарастырып, оған кететін шығындарды есепке алып отырады. Құрылыстағы геодезиялық жұмыстарды жобалауда, геодезиялық жұмыстарды қандай әдіспен атқарады, дәлдігі қандай, сонымен бірге белгілердің орналасу тәсімдерін, конструкцияны (құрылыс құрылымдарын) орнатуды тексеріп, бақылап отыру қоса қарастырылады.

Құрылыс алаңында кешенді геодезиялық жұмыстар атқарылады, солардың ішіндегі геодезиялық қызметтің атқаратын істері ретінде, бастыларын атап өтейік:

- құрылыс салу үшін геодезиялық қадалау негіздерін құру және қабылдау;

- құрылыс кезінде геодезиялық қадалау жұмыстарын атқару;

- құрылыс-монтаждау жұмыстарының дәлдігін қамтамасыз ету, бақылау және орындалған жұмыстарды уақтылы түсіріп отыру;

- салынып жатқан құрылыс ғимараттары және құрылымдарының шөгуді, ығысуын геодезиялық бақылау.

Ескере кететін жағдай, құрылыс 14 қабаттан биік болса, оған арнаулы геодезиялық жұмыстардың жобасы қарастырылады да, ол келесі негізгі бөлімдерден тұрады:

1. *Құрылыс алаңында геодезиялық жұмыстарды ұйымдастыру.* Бұл бөлімде геодезиялық жұмыстарды жүргізудің күнтізбелік жоспары және смета (оған кететін шығын), аспаптар мен жабдықтарды қолдану реті және осы жұмыстардың техника-экономикалық негізі беріледі;

2. *Негізгі геодезиялық жұмыстар.* Геодезиялық пландық, биіктік және қадалау негіздерін құрудың тәсімдері, сонымен бірге дәлдік есептеулері, өлшеу әдістері, теңдеу амалдары және тірек нүктелерін (қосындарын, реперлерді) бекіту әдістері және олардың түрлері келтіріледі;

3. *Құрылыстардың жер асты бөліктерін (қабаттарын) геодезиялық іспен қамтамасыз ету.* Бұл бөлімде жер асты қабаттарындағы пландық, биіктік негіздерін құру және геодезиялық өлшемдердің дәлдік есептеулері беріледі. Жер асты монтаждау қабатының осьтерін қадалау және биіктік беру әдістері көрсетіледі. Ғимаратты құрама элементтерден құрастырып-монтаждауды геодезиялық іспен қамтамасыз ету, орындау құжаттарын құрастыру және құрастырылған конструкцияларды геодезиялық бақылау нұсқаулары беріледі;

4. Бұл бөлімде, бастапқы деңгейде пландық және биіктік геодезиялық негіздерін құру әдістері және геодезиялық өлшеу жұмыстарының дәлдік есептеулері келтіріледі. Қадалау осьтерін және биіктік шамаларын бастапқы деңгейден, монтаждау деңгейіне жеткізу әдістері келтіріледі. Ғимаратты құрама эле-

менттерден монтаждауды геодезиялық іспен қамтамасыз ету, орындау құжаттарын құрастыру және құрастырылған конструкцияларды бақылау нұсқаулары беріледі.

Геодезиялық жұмыстарды жүргізудің техникалық құжаттары. Құрылыста қолданылатын жобалық құжаттардың ішінен төмендегілерін атап өтейік.

Құрылыстың бас планы (Генплан). Алдында айтқандай, ол – ірі масштабты топографиялық план, онда жер үсті, жер асты ғимараттары, құрылымдары кешенді түрде көрсетіледі. Егер бас план өндіріс орындары үшін жасалған болса, онда келесі құрылымдар көрсетілуі керек: негізгі және қосалқы өндіріс цехтары; энергетикалық құрылымдар; қойма шаруашылығы; басқару-шаруашылық және тұрмыстық ғимараттар; көлік құрылымдары; инженерлік тораптар; жерұйық (благоустройством) элементтері. Ғимараттар мен құрылыстардың бас планда дәл орналасулары, олардың бас осьтерінің пландық координаталарымен және негізгі қабаттарының биіктіктерімен анықталады. Бөлек, ірі нысандар үшін, оларға жеке бас план жасайды, мысалы, ірі құю және жөндеу-механикалық цехтары, энергетикалық құрылымдар, көлік құрылымдары және т.т.

Құрылыс бас планының жеке (бөлек) түрі, құрылыстық бас планында қосалқы және уақытша өндірістік ғимараттар, көлік жолдары, инженерлік тораптар, қоймалар, уақытша басқару ғимараттары және басқа құрылымдар көрсетіледі.

Кейде, құрылыс-монтаждау жұмыстары біткеннен кейін, құрылыстың геодезиялық қызметі *орындаушылық бас планды* құрастырады. Мұнда салынған ғимараттар мен құрылымдардың қазіргі пландық және биіктік шамаларын анықтайды. Мұндай пландарды құрылысты пайдалану кездерінде, оны өзгертіп салуда пайдаланады. Орындаушылық планды құрастырудың бастапқы берілімдері болып *жедел* (уақтылы) орындаушылық бас план саналады. Бұл план құрылыс салуды бастаған күннен жүргізіледі де, онда құрылыстың барысында істелген, өзгертілген жұмыстардың барлығы көрсетіледі.

Бас планнан басқа геодезиялық қызмет ғимараттар мен құрылымдардың *жұмыс сызбаларын* қолданады, төменде солардың тізімін береміз.

Жобаның бас парағы. Бұл құжат ғимараттар мен құрылымдардың негізгі сипаттамасын құрайды: жер бетіне салына-

тын құрылыстың тығыздығы, нысанның геодезиялық пландық және биіктік байланыстары, мұнда шартты нөлдік биіктікпен абсолюттік биіктіктің байланысы көрсетіледі.

Құрылыстың негізгі осьтерін қадалау планы. Бұл планның бастапқы берілімі болып бас план есептеледі. Пландық нысанның көлемдік сипаттамасын беретін негізгі ұзынабойлық және көлденең осьтері көрсетіледі. Планның өзінде немесе оның қосымшасында ұзынабойлық және көлденең осьтердің қиылысу нүктелерінің, айтулы тұстарының, авто жолдардың бұрылу нүктелерінің, темір жол үшкілдерінің, инженерлік тор құдықтарының, электр желілерінің, т.с.с. координаталары беріледі.

Фундаменттердің планы. Бұл планның бетінде арлық қадалау осьтері көрсетіледі және фундаменттің осьтермен байланысқан бөлек элементтері, фундаменттің ені, қанша тереңдікке салынатыны, осьтердің арақашықтықтары және басқалары.

Жабдықтар фундаментінің планы. Мұнда өндірістік жабдық фундаментінің осі (резервуарлар, престер, центрифугалар және басқалар), сонымен бірге өлшемдері, ғимараттың негізгі осьтерімен байланысқан тереңдігі.

Тік қималар. Мұндай сызбалар ғимараттың архитектурасын, фундаменттің қандай тереңдікте орналасқанын, терезе және есік ойықтарының биіктіктерін, әртүрлі құрылыс элементтерінің сипаттамасын береді. Нысанның күрделілігіне байланысты, бұл қималар бөлек парақтарға немесе ғимарат планының жанына бір бетке орналасуы мүмкін.

Өндірістік және технологиялық жабдықтардың монтаждық сызбасы. Бұл сызбаларды ғимараттың негізгі, қосалқы осьтерін жобалық геодезиялық қадалау және биіктік шамаларын тиісті жерге жеткізу кездерінде пайдаланады. Монтаждық сызбада, орнатылмақшы жабдық элементтерінің өлшемдері және тиянақты тәсімі бөлек беріледі, сонымен бірге құрылыс конструкциялары және орнатылмақшы технологиялық жабдықтың контуры көрсетіледі. Құрылыс конструкцияларының орнын негізгі және қосалқы осьтерден бастап, өлшеп анықтайды.

Құрылыс-монтаждау өндірісін геодезиялық іспен қамтамасыз етудегі құрылыс сызба құрамына, тік жазықтықта құрылыс алаңын тегістеу жобасының биіктік және пландық шамаларын жер бетіне беру тәсімі, сызбасы кіреді.

§ 13.2 Құрылыс-монтаждау жұмыстарындағы шектік шамалардың классификациялары

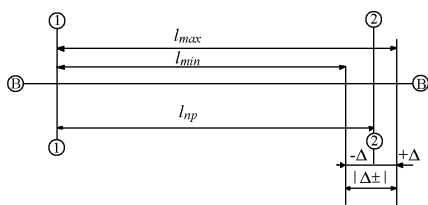
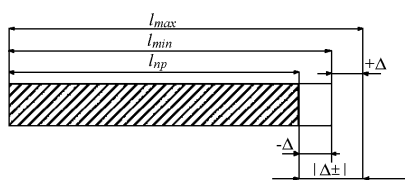
Құрылыс нормаларында және ережелерінде ғимарат және құрылымдардың, құрылыс заттарының, бөлшектерінің және жабдықтарының элементтерін дайындаудың дәлдік кластары болады және олардың өлшемдерін белгілеу реті қалыптасқан. Оны *жалпыға бірдей модульдік жүйе* (ЕМС) дейді. ЕМС бойынша ғимараттар мен құрылымдардың негізгі өлшемдері модульге сай, бүтін сан болуы керек, $M = 100$ м. Осыны ескере отырып, ғимараттардың қадалау осьтерінің арасы модульге $M = 200$ м, ал құрылымдар үшін $M = 100$ м бүтін сан болулары керек.

Модульдік жүйеде конструкциялар және қадалау осьтерінің өлшемдері туралы әртүрлі түсініктер қалыптасқан. Айталық, егер модульдік жүйе бойынша конструкциялық элементтерінің шартты қырлары арасындағы жобалық өлшемдері немесе ғимараттардың, құрылымдардың қадалау осьтерінің жобалық өлшемдері берілсе, онда ес ептеу өлшемдері *жобалық*, немесе *номиналды* деп аталады.

Бірақ құрылыс конструкцияларын дайындау, жобалық орындарына тұрғызу, сонымен бірге жер бетіне құрылыстық және монтаждық осьтерін қадалау кездерінде ауытқуларға жол берілген болса, онда номиналды өлшемдер жобалық өлшемдермен дәл келмейді немесе оны таба алмайсыз. Сондықтан модульдік жүйеде *нағыз өлшем туралы* түсінік енгізілген.

Нағыз (фактический) өлшем жобалық өлшемнен үлкен жағына да (плюстік ауытқу), кіші жағына да (минустық ауытқу) ауытқуы мүмкін. Ал бұл ауытқулар құрылыс-монтаждау өндірісінің сапасына әсер етпеуі керек, яғни ретке келтірілуі (нормированы) керек. Ол үшін ең үлкен және ең кіші ауытқулар арасындағы шектік шама (допуск) деп аталатын шектік зонаны бекітеді және $|\Delta \pm|$ белгіленеді. Оң шектік шама әсерінен құрылыс элементтерінің арасы үлкейеді де, теріс мәнді шектік шама әсерінен кішірейеді. Шектік шаманың табиғатын 99-суретте берілген тәсімінен түсінуге болады.

99 а-суретте құрылыс бөлшегінің мүмкін болатын нақтылы өлшемдері көрсетілген: l_{max} – құрылыс бөлшегі $+D$ шекті шамадан үлкен жасалған, бірақ нормалық шамадан артық емес; l_{min} құры-



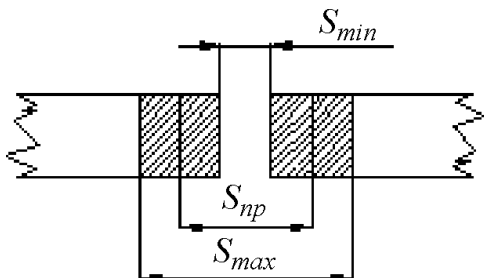
99-сурет. Конструкция элементтерінің бұрыштық байланысуы
а) мүмкін болатын өлшемдері; ә) осьтерді қадалау кезіндегі ауытқу

лыс бөлегі D шамаға қысқа жасалған, бірақ қолдануға болады. Яғни, шектік зона тең болады,

$$|\Delta \pm| = l_{max} - l_{min}$$

Осындай жағдайды (99 ә-сурет) ғимараттардың 1-1 және 2-2 көлденең осьтерінің арасындағы негізгі осьтерін геодезиялық қадалау кезінде байқауға болады. 100-суретте жалғасу қалыңдығын сипаттайтын екі құрама элементтердің түйісуі көрсетілген: S_{max} – максималды (ең үлкен) қалыңдық; S_{min} – минималды (ең кіші) қалыңдық. Оң мәнді шектік шамадан (допуск) конструкциялық элементтің шамасы, жобалық шамасынан үлкейеді немесе конструкциялық элементтер арасындағы жобалық саңылау кішірейеді.

Шектік шамаға байланысты өлшеу дәлдігі де мұқият есептеледі. Яғни, *дәлдік нағыз өлшемдердің негізгі жобалық өлшемдерге жақындау дәрежесімен сипатталады*. Нағыз өлшемдердің жобалық өлшемдерден алшақтауы (шектік шамадан аспаса), іс жүзінде құрылыс-монтаждау өндірісінде құрама араларындағы саңылауларды бітеумен, жамаумен, жеткізумен немесе отырғызумен орнына келтіріледі. Бұлайша орынына келтіру түсінігін «компенсатор» дейді.



100-сурет. Екі құрама элементтің түйісуі

Құрылысты шектік шама дәлдік кластарына қарай топталады да, не үшін жасалғандығына, құрылыс-монтаждау өндірісінің түріне, геодезиялық жұмыс әдістеріне қарап анықталады.

СНиП-ке құрылыс нормалары және сай, дәлдік класына, өлшемдеріне байланысты шектік шама формуламен есептеледі,

$$\Delta (l) = ci, \quad (148)$$

мұндағы i – шектік шама бірлігі (немен өлшенеді);
 c – дәлдік коэффициенті (осы класс үшін тұрақты сан).

Ұзындығы 10 000 мм конструкция үшін, шектік шама бірлігі формуламен есептеледі,

$$i = 0,45 \sqrt[3]{l} + 0.001 \cdot l, \quad (149)$$

мұндағы, i микронмен берілген; l – элемент өлшемі, мм.

3.2-формуладағы бірінші мүшесі құрылымды жасауға, оның өлшемінің әсері; екінші мүшесі құрылым өлшемінің оны өлшеу дәлдігіне әсері есепке алынған.

Егер конструкция 10 000 мм асып кетсе, онда шектік шама бірлігі төмендегі формуламен есептеледі,

$$i = 0,45 \sqrt[3]{l} + 0.1 \sqrt{l}. \quad (150)$$

(3.3) формуланың екінші мүшесі конструкция өлшемінің дәлдікке әсерін тиімді есепке алады.

Құрылыс-монтаждау жұмыстарында ғимараттарды және құрылымдарды, құрама темірбетон элементтерінен салуды геодезиялық іспен қамтамасыз етуде өлшемдерді жүргізуді үш класс бойынша атқарады. Бұл шектік шамалар 8-кестеде берілген.

3.1-кесте.

Қадалау дәлдігі кластарының сипаттамасы

Іргелес конструкциялары осьтерінің аралық шамалары, мм	Қадалаудың кластық дәлдіктерінің шектік шамалары, мм		
	1 класс	2 класс	3 класс
9000-ға дейін	2	5	6
9000-15 000	3	6	8
15 000-21 000	4	7	10
21 000-27 000	4	8	12
27 000-33 000	5	9	14
33 000 жоғары	$4 \sqrt{n}$	$8 \sqrt{n}$	$11 \sqrt{n}$

Ескерту. *n* әрпімен 20 метрлік өлшегіш таспамен қанша рет өлшенгені беріледі.

Егер өлшеу нәтижелерін салыстырмалы қателіктер арқылы бағалайтын болсақ, онда негізгі осьтерді әртүрлі кластар үшін салыстырмалы қателіктер негізінде, 3.2-кестеге сай қалау керек.

3.2-кесте.

Негізгі осьтерді қалау дәлдігі

Осьтер арасының өлшемдері, мм	Дәлдік класы	Шектік шамалар, мм	Салыстырмалы қателері
15 000-21 000	1-класс	4	1:10 000
	2-класс	7	1:5 700
	3-класс	10	1:4000

3.1-кестедегі берілімдерді пайдаланып, басқа да арақашықтықтар (осьтер арасының өлшемдері) үшін салыстырмалы қателік шамаларын анықтауға болады.

3.1-кестеде (СНиП) құрылыс нысандарында геодезиялық өлшемдер қандай класта және қандай дәлдікпен атқарылуы керек екендігінің сипаттамалары берілген. Мысалы, Ауданы 100 м² артық ғимараттар мен құрылымдар үшін өлшемдер 1-класты дәлдікпен атқарылады, ал ауданы 10-100 м² дейінгі құрылыстарда өлшеу 2-класты дәлдікте жүргізіледі; құрылыс салу ауданы 10 000 м² төмен құрылыс алаңдарында 3-класты дәлдікпен атқарылады. Жолдар, жер асты және жер үсті топтары үшін, «Құрылыс нормалары және ережелері» бойынша 1:2000 салыстырмалы қателікпен 4-класты дәлдік қарастырылған.

§ 13.3 Қадалау жұмыстарының геодезиялық пландық және биіктік негіздері туралы түсінік

Геодезиялық пландық және биіктік негіздері, құрылыс алаңдарында ғимараттар мен құрылыстардың негізгі осьтерін жер бетіне түсіру үшін құрылады және оларды уақтылы қалпына келтіріп, құрылыс барысында тексеріп отырады. Құрылыс жұмыстары қызу жүріп жатқан кезде, тірек торы тікелей құрылыс-монтаждау жұмыстарын геодезиялық іспен қамтамасыз етуде, ғимараттар мен құрылымдардың жылжуын, шөгуін бақылауда,

бас пландарды құрастыруда және де басқа техникалық құжаттарды жасауда пайдаланады.

Геодезиялық тірек торларының түрі жергілікті жағдайға, жұмыс ретіне және құрылыс-монтаждау жұмыстарының әдістеріне байланысты болады. Мысалы, ойлы-қырлы жерлерде триангуляциялық және аналитикалық торларды қолданады. Жабық немесе ашық (орман-тоғайлы, жазық) жерлерде полигонометриялық жүріс торларын құрады. Тірек торларының қайсысы болса да, олардың тірек қосындары (пункттері) тиянақты, ыңғайлы және құрылыс жүргізілетін уақыт ішінде сақталатын жерлерге орнатылады. Сонымен бірге, өндіріс ғимаратының бір жақ қабырғасы созылмалы, ұзын болса, құрылыстың сол жағын екі тірек қосыны қамтамасыз етуі керек.

Құрылыс алаңдарында кадалау негіздері, көп жағдайда жалпы мемлекеттік тірек қосындарына түйіспейді, себебі бұл тірек қосындарының бастапқы берілімдері көп қателі болуы мүмкін. Сондықтан кадалау торы, бір бастапқы берілім тірек қосынына байланысқан, жан-жақты бос тор ретінде құрылады.

Айта кететін жағдай, мемлекеттік торларды құруда олардың қабырғаларын өлшеуде Красовский эллипсоидның жазықтығына түсіруді редуциялауға, Гаусс проекциясына келтіру түзетулері енгізіледі. Мұндай кадалау торына енгізілген түзетулер, жобаны жер бетіне түсірген кезде қиылыспаушылықтарға әкеліп соғуы мүмкін. Сондықтан кадалау торына ереже ретінде редуциялық түзетулер енгізілмейді. Тек қана ойлы-қырлы, таулы аудандарда торлардың биіктік шамалары күрт өзгермелі болғандықтан, *құрылыс алаңының орташа деңгейі* – салыстырмалы биіктік қабылданады. Есептеулер негізінде көз жеткізілгендей, абсцисса осімен 40 шқ (20 шқ оңға, 20 шқ солға) құрылыс алаңдарында түзетулерді ескермесе де болады.

Кадалау торының ең көп тараған түрі – *құрылыс торы*.

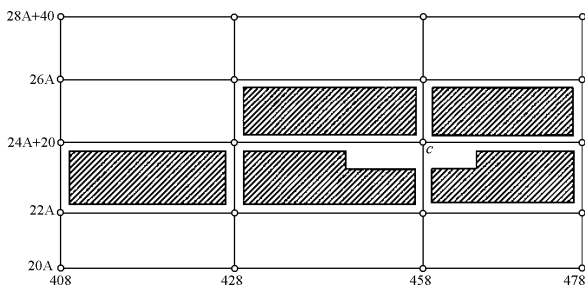
Құрылыс алаңында биіктік негізі ретінде триангуляция, полигонометрия және құрылыс торы қосындарының биіктік шамалары алынады. Осы қосындар арқылы, ылғи III, IV класты нивелирлеу жүргізіледі. Ғимараттар мен құрылымдардың отыруын (шөгуін), жылжуын бақылап отыру үшін жеке (арнаулы) нивелирлік негіз құрылады.

§13.4 Құрылыс торы туралы түсінік

Құрылыс алаңында ғимараттың немесе салынатын құрылыстың жобасын жер бетіне түсіру үшін, көбінесе жергілікті тік бұрышты координаталар жүйесін құрады. Алдағы геодезиялық жұмысты жеңілдету үшін координаталық осьтерді ғимараттар мен құрылымдардың негізгі осьтеріне параллель етіп алады. Мұндай талаптарды қанағаттандыратын тор сызықтарының жүйесі – геодезиялық *құрылыс торы* деп аталады. Ол қабырғаларының ұзындықтары 100 немесе 200 м шаршы немесе тік бұрышты төртбұрыштың төбелері тірек пункттері ретінде бекітілген координаталар жүйесінен тұрады (101-сурет).

Құрылыс торының басқа геодезиялық негіздерден артықшылығы – ғимараттар мен құрылымдарды қадалау дәлдігі барлық құрылыс алаңына бірдей; оның үстіне қадалау осьтері қиылысу нүктелерінің, ғимарат бұрыштарының және жеке нүктелерінің координаталарын есептеу жеңіл, қарапайым түрге енеді.

Құрылыс торының тірек нүктелері құрылыс алаңының бас планымен байланыстырылады. Ол үшін құрылыс торының жобасын бас план сызбасына салып, тірек нүктелерін көп уақытқа дейін сақталатындай етіп белгілейді. Оның үстіне бұл нүктелер мүмкіндігінше салынбақшы нысанға жақын болғанын қадағалап, оларды орнатуда өте ұқыптылықпен дәл анықтау керек.



101-сурет. Құрылыс торы

Құрылыс торының координаталар басын, теріс мәнді болмайтынды етіп алады. Іс жүзінде координаталар басы етіп, құрылыс алаңының оңтүстік-батыс бұрышын таңдайды.

Құрылыс торын құрудағы геодезиялық жұмыстарды келесі ретпен іске асырады: құрылыс торының жобасын жасау; жер

бетінде алдын ала қадалап, уақытша белгілермен төбелерін бекіту; ұзындықтар мен бұрыштық өлшемдерді дәл өлшеу; өлшеу нәтижелерін пайдаланып, торды және координаталарды теңдеу; тор төбелерін (қосындарын) тұрақты белгілермен бекіту, қосындардың координаталарын соңғы рет анықтау, бұрыштық өлшемдерді тексеру.

Құрылыс торы нүктелерінің бір-біріне қарағандағы пландық орналасулары ± 2 см, ал биіктіктері ± 3 мм қателіктен аспауы керек.

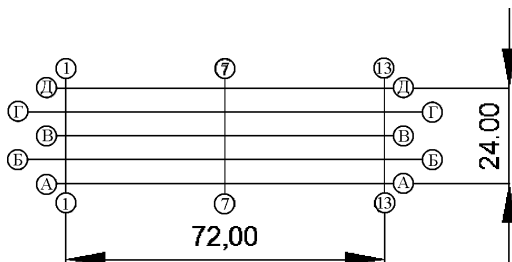
Құрылыс торын құруда ең көп тараған әдіс, ол – *полигонометрия әдісі*. Қабырғаларының ұзындықтарын светодальномермен (жарық жылдамдығын пайдалана отырып, қашықтық өлшеу аспабы), бұрыштары дәлдігі жоғары оптикалық теодолиттермен өлшенеді. Қазіргі кезде электронды тахеометрлермен құрылыс торларын құру іске асуда.

Құрылыс торының шартты координаталық жүйесін келесі әріптермен өрнектейді: Абсцисса осін – *A*, ордината осін – *B*. Мысалы, *C* нүктесінің координаталры (101-сурет) $A = +2420,00$ м және $B = +4500,00$ м.

§ 13.5 Ғимараттар мен құрылымдар осьтерінің классификациялары

Құрылыс-монтаждау жұмыстарын геодезиялық іспен қамтамасыз етудің негізгі істерінің бірі, жер бетінде әртүрлі құрылыста пайдалынылатын осьтерді құру, ал олар ретімен бас, негізгі және жеке осьтер болып бөлінеді.

Бас ось деп ғимараттың немесе құрылыстың сұлбасын планда анықтайтын осьті айтады. 102-суретте бас ось болып ұзынабойлық осьтер *A-A*, *D-D* және *1-1* және *13-13* көлденең осьтері есептеледі.



102-сурет. Ғимараттың осьтерін қадалау тәсімі

Жеке ось болып олардың көмегімен құрылыс жеке элементтерінің пландағы жағдайын анықтайтын осьтер есептеледі. 102-суретте ұзынабойлық осьтері $B - B$, $V - V$ (бас осьтермен дәл келеді), $\Gamma - \Gamma$ және $2-2$, $12-12$ көлденең осьтері көрсетілген.

Бас және негізгі қадалау жұмыстарының бастапқы берілімі болып саналатын сызбалар (құжаттар): құрылыс алаңының бас планы, жұмыс және қадалау сызбалары (құрылыс торының және ұзынабойлық, көлденең осьтердің қиылысу нүктелерінің координаталары қоса беріледі). Басқа осьтерді қадалау кезінде тексеріп отыру үшін құрылыстың өлшемдері (параметрлері) пайдаланылады. Бас және негізгі осьтердің бір-біріне қарағандағы орналасу дәлдігі, қадалау қателіктерінің шамасынан дәлірек болады. Ол үшін қадалау негіздері қосындарынан жер бетіне негізгі осьтердің біреуін ғана салады, ал ғимараттың немесе құрылыстың қалған осьтері осы осьтен бастап салынады (қадаланады).

Жеке осьтер негізгі осьтерден бастап салынады. Осьтердің қиылысу нүктелері $A/1$, $D/1$, $A/13$, $D/13$ болып белгіленеді және с.с. Ұзынабойлық осьтерді кириллица әріптерімен, ал көлденең осьтерді араб цифрларымен белгілеу қабылданған.

Іс жүзінде, негізгі және жеке осьтердің арасында ауытқулар болуы мүмкін. Мұндай ауытқуларды *параллельдер* деп атайды.

Бақылау сұрақтары:

1. Құрылыс алаңындағы негізгі геодезиялық жұмыстарды атаңыз.
2. Құрылыс жоспарын құру деген не?
3. Құрылыс алаңындағы қадалау жұмыстарына не жатады?
4. Құрылыстың жер асты бөлігіндегі геодезиялық жұмыстарды атаңыз.
5. Жалпыға бірдей модульдік жүйе дегеніміз не?
6. Негізгі геодезиялық жұмыстарға не жатады?
7. Жобаның бас парағы дегеніміз не?
8. Құрылыс торы дегеніміз не?
9. Құрылыста қандай координаталар жүйесі қолданады?
10. Құрылысшының бас осі дегеніміз не?

XIV тарау

ҚҰРЫЛЫС АЛАҢДАРЫНДАҒЫ ДАЙЫНДЫҚ КЕЗІНДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

§ 14.1 Жобаны жер бетіне түсірудегі геодезиялық дайындау

Ғимараттың немесе құрылымның жобасын жер бетіне түсіру үшін, геодезиялық дайындық жұмыстарын орындайды. Бұл жұмыс негізгі осьтерді геодезиялық қосындарға байланыстыратын қадалау сызбаларын жасаудан тұрады. Қадалау жұмыстарына керекті материалдар *графикалық, аналитикалық* немесе *бірнеше әдістердің қосындысынан (графоаналитикалық)* алынуы мүмкін.

Графикалық әдіс. Графикалық әдісті көбінесе, егер салынбақшы ғимарат немесе құрылымдардың бұрынғы құрылыстармен байланысы жоқ болған жағдайда қолданады. Бұл әдісте барлық негізгі сұрақтар план бойынша графикалық жолмен шешіледі. Жеке нүктелердің немесе ғимарат және құрылым бұрыштарының координаталары планнан циркульдің, транспортирдің және масштабтық сызғыштың көмегімен анықталады. Әртүрлі масштабтағы пландардан нүктелер координаталарын алу дәлдігі жер бетінде салынбақшы ғимараттың қадалану дәлдіктеріне әсері үлкен болады. Планның масштабы ірі болған сайын, координаталар анықтау дәлдігі арта түседі. Планнан графикалық жолмен алынған координаталар шамасын пайдаланып, кері геодезиялық есепті шығара отырып, жек сызықтардың ұзындығын және дирекциондық бұрышын есептейді. Нүктелердің координаталары 103-суретте көрсетілген әдіспен анықталады, яғни

$$X_A = 100 + cn; Y_A = 100 + ce, \quad (151)$$

cn , ce шамаларының ұзындығын көрсетілген тәсім бойынша масштабна байланысты планнан алады.

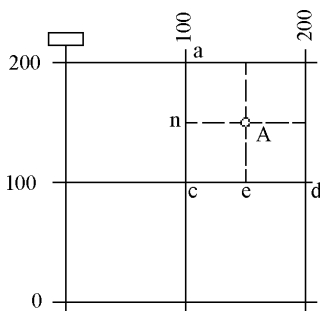
Әрі қарай, қағаздың майысуынан болатын қатені азайту мақсатында, тағы да na және ed кесінділерін өлшейді (бұл өлшеу координаталық шаршыны толық пайдалану болып табылады), сонда A нүктесінің координаталары

$$X_A = 100 + \frac{100}{cn + na}; Y_A = 100 + \frac{100}{ce + ed}. \quad (152)$$

Аналитикалық әдіс. Жобалаудың аналитикалық әдісі ең дәлірегі, себебі мұнда жобалық берілімдер математикалық жолмен есептелінеді. Жеке тірек нүктелерінің координаталары (ғимарат және құрылым бұрыштары, үй аралық жолдардың, коммуникациялардың қиылысуы) геодезиялық байланыстыру арқылы, жер бетінде аспаптың көмегімен анықталады.

Аналитикалық жолмен жобаны әр бөлікке бөліп, бір-біріне байланыссыз, жеке-жеке жер бетіне түсіруге болады. Графикалық әдіске қарағанда аналитикалық әдістің артықшылығы бұл әдіспен тар жердегі, жол үстілеріндегі инженерлік торлар құрылымдарын жер бетіне түсіруде оңтайлы екені көрініп тұр. Графикалық әдісте аталған жұмыстарды атқару үшін, ірілігі 1:500 масштабты, жол үсті инженерлік торлар құрылымдарының планы керек болған болар еді. Құрылыс алаңында геодезиялық тор құрылған болса, аналитикалық әдісті қолдану өте тиімді. Бұл әдіспен ғимараттардың және құрылымдардың ұзынабойлық және көлденең осьтері геодезиялық торға салыстыра отырып қадаланады, сонда осьтер бойынша кесінділер қосындысы шаршы немесе тік бұрышты төртбұрыш қабырғасының ұзындығын берген болар еді.

Графоаналитикалық әдіс. Графоаналитикалық әдісте жобалаудың бастапқы берілімдерінің біразын топографиялық планнан графикалық жолмен, ал қалғанын аналитикалық жолмен анықтайды. Графоаналитикалық әдісті көбінесе қайта құрылып немесе өзгертіліп жатқан өндірістің бас планын құрастыруда қолданылады. Мұнда бұрыннан бар ғимараттар мен құрылымдарды, жаңадан салынбақшыларымен аналитикалық әдіс арқылы байланыстырады. Мұнда геодезиялық негіз қосындырын пайдалана отырып, бұрыннан бар ғимарат бұрыштарының, инженерлік торап құдықтарының, ғимаратаралық жолдардың қиылысу және басқаларының координаталарын анықтайды.



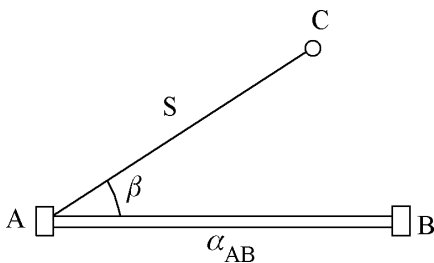
103-сурет. Нүктелердің координаталарын анықтау тәсімі

Геодезиялық дайындық жұмыстары қадалау тәсімін құрас-
тырумен аяқталады, мұнда көрсетілетіндер: геодезиялық негіз
қосындары, тірек нүктелері және ғимараттар мен құрылыстар-
дың негізгі осьтері, бұрыштық және сызықтық өлшеулердің
аналитикалық берілімдері, осьтер бойынша ғимараттардың өл-
шемдері, эскиздік сызбалар және с.с.

§ 14.2 Геодезиялық қадалау жұмыстарының әдістері

Ғимараттар мен құрылымдардың жобасын жер бетіне
түсіру үшін бастапқы берілімі болып, геодезиялық дайындық
жұмыстарының материалдары есептеледі. Мұндағы далалық
жұмыстары болып саналатындар: жер бетіне айтулы нүктелерді,
түзулерді және қисық, түзу сызықтарды, бұрыштарды, биіктік
шамаларын және жазықтықтарды нақтылы түсіру. Бұл тапсыр-
малар, құрылыс алаңындағы геодезиялық тірек қосындарының
орналасуына, ғимараттың және құрылымның пішініне, алға
қойылған геодезиялық жұмыстарды жүргізу дәлдігіне қойылатын
талаптарға, қолда бар аспаптарға, жабдықтарға, т.б. байланысты.

Іс жүзінде келесі әдістер қолданылады: *полярлық және тік
бұрышты координаталар, бұрыштық, сызықтық және қатар
сызықтық бақылау* әдістері.



104-сурет. Полярлық әдістің тәсімі

үшін өлшеу жүргізу мүмкін болған жағдайларда қолданылады
(104-сурет).

Полярлық әдісті қалалық құрылыста, өлшеу жұмыстары
кварталдар ішінде, үй аралық жолдардың айтулы нүктелерінің
орындарын анықтау керек болғанда кеңінен қолданады.

Полярлық координаталар
әдісі. Полярлық координаталар
әдісін көбінесе құрылыс
торымен қамтамасыз етілмеген
құрылыс алаңдарында, соны-
мен бірге тірек торының
қосындары құрылысқа жақын,
яғни сол қосынан бастап
айтулы нүктелерді немесе
құрылыс элементтерін түсіру

Айталық, құрылымның C нүктесін жобадан жер бетіне түсіру керек, оның координаталары X_C және Y_C жобадан алынады. Құрылысқа жақын маңда полигонометриялық жүрістің A және B нүктелері көрініп тұр. Тапсырманы шешу үшін β бұрышын және S арақашықтығын білуіміз керек, ал бұл берілімдерді кері геодезиялық есепті шығара отырып, формуламен анықтауға болады:

$$\left. \begin{aligned} ta_{AC} &= \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A}; \quad S = \frac{Y_C - Y_A}{\sin \alpha_{AC}} = \frac{Y_C - Y_A}{\cos \alpha_{AC}} \end{aligned} \right\} \quad (153)$$

$$\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AC}.$$

C нүктесінің жер бетіндегі орнын табу үшін теодолитті A нүктесіне орнатады да, лимбты AB сызығымен бағдарлайды, лимбты босатып, дүрбіні B нүктесіне бағыттайды, лимбті бекітеді. Әрі қарай алидаданы босатып дүрбіні β бұрышы шамасына бұрады. Осы бағытта S арақашықтығын өлшеп салатын болсақ, C нүктесінің орнын табамыз.

C нүктесін полярлық әдіспен қадалау дәлдігі бастапқы берілімдер болып саналатын A және B нүктелерінің дәл құрылғандығына және β бұрышын, S арақашықтығын дұрыс өлшеуге және салуға байланысты болады. Бастапқы берілімдер A және B нүктелеріндегі аздаған қатенің өзі қадалау жұмысының дәлдігіне көп әсер етеді;

C нүктесін қадалаудың орташа квадраттық қатесі m_c формуламен есептеледі:

$$m_c = \sqrt{m_s^2 + m_\beta^2}, \quad (154)$$

мұндағы m_s – S кесіндісін өлшеу қатесі;
 m_β – β бұрышын өлшеу қателігі.

Егер бұрыштық өлшем қатесін сызықтық өлшемде берсек, онда (154) формуланы былай өрнектеуге болады

$$m_c = \sqrt{m_s^2 + \left(\frac{S}{\rho} m_\beta \right)^2}, \quad (155)$$

мұндағы, $\rho = 206\,265''$, яғни r бұрыштық қатесі, m_β қатесі сияқты өрнектелген.

Егер $m_s = \frac{S}{\rho} m_\beta = m$, онда былайша жазуға болады:

$$m_c = m\sqrt{2} \quad \text{немесе} \quad \frac{S}{\rho} m_\beta = \frac{m_c}{\sqrt{2}}$$

Полярлық радиусы $S = 100$ м, қатесі $m_c = \pm 2$ см болған жағдайда қадаланбақшы нүктенің орнын анықтау формуласы:

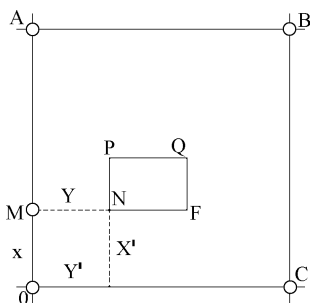
$$m_\beta = \frac{m_c \rho}{\sqrt{2S}}. \quad (156)$$

Егер (156) формулаға сандық мәндерін қойсақ, онда

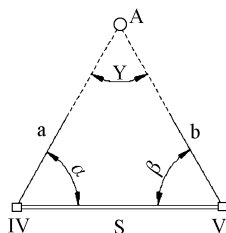
$$m_\beta = \frac{2 \cdot 206265}{1,4 \cdot 10000} = 30''$$

Яғни, A нүктесінде β бұрышы $30''$ қатемен салынуы мүмкін.

Тік координаталар әдісі. Тік координаталар әдісін құрылыс торы бар құрылыс алаңында қолданады. Мұнда барлық айтулы нүктелердің координаталары, сол құрылыс торы координаталар жүйесінде берілген. Бұл әдісте жобалық нүктелерді жер бетіне түсіру үшін дирекциондық бұрышты, арақашықтықты есептеудің керегі жоқ, себебі жер бетінде тік бұрыштар салынады, ал арақашықтық құрылыс торы осьтерінің X және Y координаталарының айырмасы ретінде анықталады.



105-сурет. Тік бұрышты координаталар әдісінің тәсілі



106-сурет. Тік бұрыштық қиылыстыру

Айталық, құрылыс торы – $OABC$ шаршысының (105-сурет) ішінде ғимарат осьтерін қалау керек, мұнда $NPQF$ ғимарат

бұрыштарының координаталары жобада берілген. Ғимараттың бір бұрышының, мысалы, N бұрышын жер бетіне түсіру үшін, O тірек қосынынан жазық $OM = x$ кесіндісін салады, әрі қарай OA қатарында M нүктесін бекітіп, осы нүктеде $MN = y$ перпендикулярын салып, N нүктесін бекітеді. Осыған ұқсас негізгі ұзынабойлық ось үстінде жатқан F нүктесін қадалайды.

NF кесіндісінің ұзындығын тиянақты өлшеп, оны жобалық шамасымен салыстырады. NF кесіндісі базистік арақашықтық болып есептеледі де, ғимараттың барлық бөліктеріндегі өлшемдер осы кесіндіден бастап қадаланады. Бұрыштық нүктелердің дұрыс қадалғандығын тексеру құрылыс торы қабырғаларына дейінгі толықтыру арақашықтығын өлшеумен іске асады. Осындай тексерулердің нәтижесінде әр қашықтық екі рет өлшеніп, тексеріліп отырылады. Мысалы, N нүктесінің орнын анықтау екінші рет x' және y' координаталары арқылы есептеліп тексеріледі (105-суретті қараңыз).

Тік бұрышты координаталар әдісімен қадалау жұмыстары кездерінде негізгі қателік көздері болып: x абсциссасын және y ординатасын өлшеу, сонымен бірге жер бетінде тік бұрышты салу қателері. Басқа қателер: бастапқы тірек қосындарын бекіту, центрлеу (аспапты, рейканы нүкте үстіне дәл орнату) және редукциялау қадалау нәтижесіне көп әсер етпейді, сондықтан оларды есепке алмаса да болады. Сондықтан нүктені қадалау дәлдігін формуламен төмендегідей өрнектеуге болады

$$m = \sqrt{\left(\frac{m_S}{S}\right)^2 (x^2 + y^2) + \left(\frac{m_\beta}{\rho}\right)^2 y^2}, \quad (157)$$

мұндағы, $\frac{m_S}{S}$ – абсцисса мен ординатты салудың орташа

квадраттық қатесі; m_β – тік бұрышты салудың орташа квадраттық

қатесі; p – радиан. Егер $x = 60,25$, $y = 50,43$, $\frac{m_S}{S} = 1:2000$ және

$m_\beta = \pm 30''$ болса, онда (156) формула бойынша табатынымыз:

$$m = \sqrt{\left(\frac{3630 + 2543}{4 \cdot 10^6}\right) + \left(\frac{900 + 2543}{4 \cdot 10^{10}}\right)} = \pm 0,04 \text{ м.}$$

(157) формуланы сараптай келе байқайтынымыз, сандық мәні жағынан ең көбі m_s қателігі. Сондықтан қадалау дәлдігін арттыру үшін сызықтық өлшемді тиянақты өлшеу керек екендігі байқалады.

Тік бұрыштық қиылыстыру әдісі. Өлшеу алаңында тікелей өлшеу мүмкін болмаған жағдайда, жергілікті бөгетті айналып өту немесе анықталмақшы нүктелер бір деңгейде емес, оның үстіне тірек торлары қосындарынан едәуір қашықтықта орналасқан жағдайда тік бұрыштық қиылыстыру әдісі қолданылады. Мұндай жағдай көпір және гидротехникалық құрылыстарды салуда кездеседі. Бұл әдістің мәні мынада: A нүктесінің орны жер бетінде ретімен IV және $V-IV$ бағыттарынан a және b бұрыштарын салумен анықталады (69-сурет). a және b бағыттарының қиылысқан жерінде, іздеп отырған A нүктесінің орнын табамыз. a және b бұрыштарының мәнін $IV-V$ тірек нүктелерінің координаталарын пайдалана отырып есептейді.

Бұл әдіспен қадалау жұмысының дәлдігі S базистік арақашықтықты өлшеу, a және b бұрыштарын кұру дәлдігіне байланысты болады.

$IV-V$ бастапқы қосындардың орналасу қателерін есепке алмастан, тік бұрыштық қиылыстыру әдісінің қатесі m формуламен есептеледі

$$m = \frac{m_\beta}{\rho \sin(\alpha + \beta)} \sqrt{a^2 + b^2}, \quad (158)$$

мұндағы m_b – теодолитпен бұрыш өлшеудің қатесі;
 a және b – бақылаудың қиылысушы қабырғалары;
 a және b – қиылыстыру бұрыштары.

(158) формуладан байқайтынымыз, $\sin(a + b) = 1$ болған жағдайда m ең кіші мәні. $\sin(a + b)$ шамасы нөлге ұмтылған сайын m қатесінің шамасы арта түседі. Ізденіс нәтижесінде A нүктесінің орнын анықтаудың дәлдігі $b = 108^{\circ}28'$ және $a = 35^{\circ}16'$ болған жағдайда қатесі ең аз шамасына жетеді.

Қалған жағдайларда, тік бұрыштық қиылыстыру әдісімен нүктенің орнын анықтау қатесі ұлғаяды.

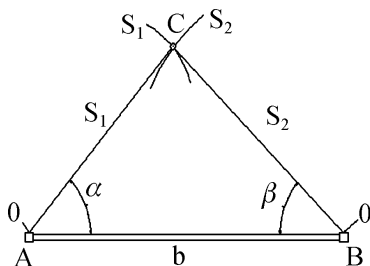
Мысал. Берілгені: $a = 50$ м; $b = 80$ м; $(a + b) = 130^{\circ}$; a және b бұрыштарын өлшеу қатесі $\pm 30''$. A нүктесін қадалау қатесін (m) анықтау керек.

(158) формулаға сәйкес, табатынымыз

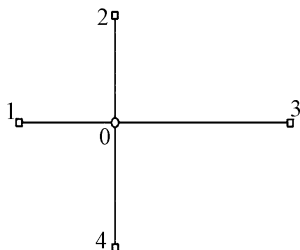
$$m = \frac{30}{206265 \cdot 0,766} \sqrt{8900} = \pm 0,02 \text{ м.}$$

A нүктесін қадалау қатесін еске ала отырып, (158) формуладан a және b бұрыштарын қандай дәлдікпен өлшеу керек екендігін анықтауға болады.

Сызықтық қиылыстыру әдісі (107-сурет). Сызықтық қиылыстыру әдісін жобаланбақшы C нүктесі, A және B тірек торлары қосындарынан қашықтық өлшегіш таспаның ұзындығынан аспайтын және де a және b бұрыштарының шамасы 40° -тан аз емес, 140° -тан көп болмаған жағдайдайларда жиі қолданылады.



107-сурет. Сызықтық қиылыстыру тәсімі



108-сурет. Қатар сызықтар тәсімі

Қабырғалардың ұзындықтарын алдын ала координаталары арқылы есептеп алып, екі ұзындық өлшегіш таспаны A және B нүктелерінің үстіне нөлдік штрихтарын дәл келтіріп ұстап тұрады. Өлшегіш таспаларды S_1, S_2 нүктелерінде қиылысатындай етіп созады да, олардың қиылысу нүктесін қазықшамен бекітеді.

Сызықтық қиылыстыру нәтижесінде алынған C нүктесін, үшінші бір тірек қосынынан тексеріп алған жөн, мұнда үшбұрыш қабырғаларының қатесі 1–2 см аспауы керек. Кері жағдайда C нүктесінің орнын анықтауды қайталайды.

Сызықтық қиылыстыру әдісімен қадалау дәлдігі төмендегі формуламен бағаланады:

$$m = \frac{m_s}{S} \frac{S_1 + S_2}{2} \sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2}{\rho(\rho - S_1)(\rho - S_2)(\rho - b)}}, \quad (159)$$

$$\text{мұндағы } \rho = \frac{S_1 + S_2 + b}{2}.$$

Егер, S_1 және S_2 кесінділері тік бұрыш жасап қиылысатын болса, онда дәлдігі қарапайым формуламен есептеледі

$$m = \frac{m_s}{S} \sqrt{S_1^2 + S_2^2}, \quad (160)$$

Мысалы, C нүктесін қадалау үшін «египеттік үшбұрыш» (қабырғаларының қатынасы 3:4:5) құрылды делік, қабырғаларының ұзындығы $S_1 = 9 \text{ м}$; $S_2 = 12 \text{ м}$; $v = 15 \text{ м}$ және $\frac{m_s}{S} = 1:2000$, сонда

(160) формулаға мәндерін қойсақ алатынымыз:

$$m = \frac{1}{2000} \sqrt{81 + 144} = \pm 7,5 \text{ мм.}$$

Керек болған жағдайда a және b бұрыштарының мәндерін формула арқылы алуға болады:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{S_1^2 + b^2 - S_2^2}{2S_1 b}; \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}; \\ \cos \beta &= \frac{S_2^2 + b^2 - S_1^2}{2S_2 b}; \quad \sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta}. \end{aligned} \right\} \quad (161)$$

Қатар сызықтар әдісі. Қатар сызықтар әдісін осьтері тік бұрыш жасап қиылысатын өндіріс, гидротехникалық құрылыстар, тұрғын үйлер және басқа да ғимараттар мен құрылыстардың жобаларын жер бетіне қадалау кездерінде қолданады (108-сурет.) Жобалық C нүктесінің орнын теодолит аспабымен екі сызықты көздеу арқылы, сол екі сызықтың (1-2 және 3-4) қиылысқан нүктесі ретінде табады. C нүктесінің координаталары (x_c және y_c) төмендегі теңдеуден табылады

$$\frac{x_c - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y_c - y_1}{y_2 - y_1}, \quad \frac{x_c - x_3}{x_4 - x_3} = \frac{y_c - y_3}{y_4 - y_3}, \quad (162)$$

мұндағы, $x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3; x_4, y_4$ - 1-2 және 3-4 қиылысқан сызықтардың екі бастарының координаталары.

Қатар сызықтарды құрудың орташа квадраттық қатесі мына формуламен анықталады

$$m_{\text{ств}}^2 = m_n^2 + m_u^2 + m_p^2 + m_6^2 + m_{\text{фок}}^2 + m_{\text{вн}}^2, \quad (163)$$

мұндағы, m_n – бастапқы берілімдер қатесі;
 m_u және m_p – аспапты центрлеу және редукциялау түзетулер;
 m_6 – көздеу қатесі;
 $m_{\text{фок}}$ – көздеу дүрбісінің фокустық арақашықтығын реттеу қатесі;
 $m_{\text{вн}}$ – сыртқы әсерден болатын қате.

Бастапқы берілімдер қатесі m_u дегеніміз – іргелес қадалау осьтерінің жобалық шамасынан алшақтығы және де ол осьтер арасындағы қашықтықтан 1:10 000 – 25 000 қатынасындай шама. Бастапқы берілімдер қатесін, өте аз болғандықтан, ескермесе де болады.

Нүкте үстіне аспапты, рейканы және қаданы центрлеу (нүкте үстіне дәл орнату) және редукциялау қатесі m_p , осы күнгі жоғарғы дәлдікті теодолиттер мен көздеу құрылғыларды пайдалануда өте аз.

Көздеу қатесі келесі формуламен есептелінуі мүмкін

$$m_6 = \frac{20'' \sqrt{2} d}{v \rho''}, \quad (164)$$

мұндағы, n – аспап дүрбісінің үлкейту шамасы;

d – қадаланбақшы нүктемен аспапқа дейінгі қашықтық.

Мысалы, $n = 20$ және $d = 200$ м болған жағдайда көздеу қатесі тең болады

$$m_6 = \frac{20 \cdot 1,41 \cdot 200000}{20 \cdot 206265} \gg 1,4 \text{ мм.}$$

Яғни, көздеу қатесі аз болғандықтан, есепке алмаса да болады деген сөз.

Дүрбінің фокустық арақашықтығын реттеу қатесі $m_{\text{фок}}$, қатар сызықтар әдісінде әртүрлі қашықтықтағы нүктелерге дүрбіні бағыттап, оның фокустық арақашықтығын ретке келтіру

керек, сол себепті көздеу осіде қозғалысқа ұшырайды, яғни бастапқы жағдайынан бір шамаға ойысады. Жүргізілген ізденіс жұмыстарының нәтижесінде бұл қатенің $2''$ секундтан аспайтындығы байқалған. Бұл қатені азайту үшін, қатар сызықтар әдісіндегі өлшеулерді көздеу дүрбісі тік қорабының (КП және КЛ) екі жағдайында жүргізу керек.

Көп жылдық тәжірибе қортындысында байқалғандай, қатар сызықтар әдісінде көбірек әсер ететіні қоршаған ортаның әсерінен болатын қате $m_{\text{вн}}$, ол – *бүйірлік рефракция* құбылысы, яғни өлшеу сызығы бойында ауа қызуы әртүрлі. Ізденіс нәтижесінде байқалғандай, құрылыс алаңында қатар сызықтарды бақылауда 300 м дейінгі қашықтықтағы ортаңғы нүктенің орналасу қатесі таңертеңгі және кешкі мезгілдерде 5 мм дейін өзгереді.

§ 14.3 Жер бетіне жазық бұрыштарды салу

Жер бетінде бұрышты құруда бір-ақ бұрыш салынады, ал қалғанын іздеп табу керек. Бұл кезде коллимациондық қатені және көздеу дүрбісінің айналу осінің еңкейу шамасы ең кіші шамасына жеткізіледі, бұл жағдай салынбақшы бұрышты дүрбінің бір жағдайында ғана салуға мүмкіндік береді. Жер бетінде бұрышты салу реті төмендегідей.

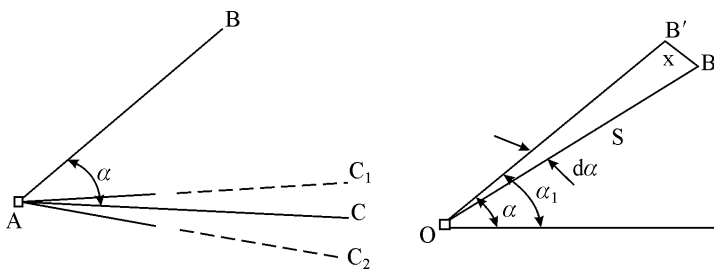
Айталық A нүктесінде, бастапқы AB бағытымен BAC бұрышын салу керек (109-сурет). A нүктесіне теодолит орнатып, алидаданы лимбпен нөл есебіне келтіріп беттестіреді де, аспапты AB бағытымен бағдарлайды. Лимбты бекітіп, алидаданы босатып, берілген бұрыш шамасына бұрады да, C_1 нүктесін белгілейді. Әрі қарай, дүрбінің екінші жағдайында осы жұмысты қайталайды. Теория жүзінде дүрбінің екі жағдайында да, көздеу сызығы бір нүктенің үстіне бағытталуы керек. Бірақ аспаптың коллимациондық қатесінің әсерінен жер бетінде екінші нүкте C_2 пайда болады. C_1C_2 кесіндісін тура екіге бөліп, C нүктесін белгілесек, ол біздің іздеп отырған (a) бұрышының екінші қабырғасының бағыты болып шығады. Бұл бұрыш теодолиттің коллимациондық қатесінен босаған, яғни нағыз жобалық бұрыш.

Егер a бұрышын өте үлкен дәлдікпен салу керек болса, онда бірінші және екінші нүктелердің орнын табуды «қайталау» әдісімен (немесе «амалдар» тәсілімен) орындайды (109 ә-сурет).

Айталық, өте дәл өлшеу нәтижесінде $a_1 = a + da$, сонда OB_1 және OB кесінділерінің ұзындығын және бұрыштық da айырмашылығын біле отырып, сызықтық орын ауыстыруды (редуцияны) формула арқылы есептеуге болады:

$$x = BB_1 = OB \cdot d \cdot a \cdot \sin 1'' \quad (165)$$

Жер бетінде B_1 нүктесінен OB_1 сызығына x перпендикуляр кесіндісін салып, B нүктесін белгілейді, сонда BOA бұрышы біздің іздеп отырған бұрышымыз. Тексеру үшін, a бұрышын қайта өлшеп көз жеткізеді.



109-сурет. Берілген бұрышты жер бетіне салу.
(а) жуықтап салу және (ә) дәл салу әдістерінің тәсімі

Жобалық бұрышты жер бетіне түсіру дәлдігі көздеу, есеп алу, аспаптың және сыртқы әсер қателеріне байланысты болады. Центрлеу, редукция және бастапқы берілім қателері жобалық бұрышты жер бетіне салуға көп әсер етпейді, сондықтан есепке алмаса да болады.

Өте жоғары дәлдікті бұрыш өлшеу көбінесе, көпір және гидротехникалық құрылыстарды қадалау, салу кездерінде қолданылады.

Мысал. $da = +36''$, $OB = 100$ м болған жағдайда x түзетуін (редукциясын) анықтау керек. 165-формуланы пайдаланып, табатынымыз

$$x = \frac{100000 \cdot 36}{206265} = 17 \text{ мм.}$$

§ 14.4 Жобалық ұзындықты жер бетіне түсіру

Жер бетіне жобалық ұзындықты салу үшін, тірек нүктесінен жобадағы жазық ұзындықты өлшеп салады. Мұнда түзету шамасын басқа геодезиялық жұмыстарындағыдай өлшеу жұмыста-

рынан кейін енгізбей, ұзындық өлшеу кезінде есепке ала отырып салады. Қадалау жұмыстарының ерекшелігі және күрделілігі міне осында жатыр, себебі түзету шамасын анықтайтын берілімдер белгісіз немесе жуықтап алынуы мүмкін. Сондықтан берілген ұзындықты жер бетіне салу әдісі бұрыштарды жер бетіне салуға ұқсас жүргізіледі: алдымен қандай да бір жобалық берілімді жер бетіне керекті дәлдікпен салып, белгілейді. Салынған ұзындықты камеральды өңдеуден өткізеді де, сол ұзындықты жобалық ұзындықпен салыстырып, сызықтық түзету шамасын анықтайды. Осы түзету шамасының таңбасын сақтай отырып, өлшенген ұзындыққа соңғы нүктеден бастап салады.

Берілген жобалық ұзындықты өлшеу тәсімін көлбеулікке, компарирлеу және ауа қызуына түзетулерін ескере отырып, берілген жобалық ұзындықты өлшеу тәсімін қарастырып көрейік.

Көлбеулікке түзету шамасын анықтау үшін горизонтальдары бар топографиялық планды пайдаланады немесе сол өлшенбекші сызық бойымен геометриялық немесе тригонометриялық нивелирлеуді жүргізу керек. Көлбеулікке түзету шамасын есептеу кезінде еске ұстайтын нәрсе, ол – өлшенбекші сызыққа түзетуді минус (-) таңбасымен емес, плюс (+) таңбасымен енгізеді. Себебі жобалық арақашықтық жазық жазықтықта өлшеніп салынады. Қадалау жұмыстарының тәжірибесінде, жобалық қашықтыққа түзетулерді енгізуден құтылу үшін, оларды сыртқы жазық қоршау арқылы салады (алдағы параграфта толық айтылады). Біркелкі жер бедерінде, ол жерге салынатын жобалық сызықтың ұзындығы келесі формулалардың бірімен есептеледі

$$l = \frac{l_0}{\cos V} \text{ немесе } l = \sqrt{l_0^2 + h^2}, \quad (166)$$

l_0 – жобалық ұзындыққа тең жазық арақашықтық;

n – жер көлбеулігі,

h – ұзындықтың екі басының бір-бірінен биіктігі (өсімшесі).

l_0 – жобалық ұзындыққа енгізетін Dl түзетуін формуламен есептеуге болады

$$\Delta l = l_0(\sec n - 1) \text{ немесе } Dl = \frac{h^2}{2l_0}. \quad (167)$$

Өлшегіш таспаны *компараторда тексеру* (компарирлеу түзетуі) түзетуіне келетін болсақ, барлық геодезиялық өлшегіш

жабдыктары компараторда тексерілген өлшегіш таспалармен жүргізіледі. Егер тексеру кезінде өлшегіш жабдық өзінің номиналды (төлқұжаты бойынша ұзындығы) шамасынан ұзын болса, онда түзету минус (–) таңбасымен енгізіледі, өйткені мұндай жабдықпен өлшеу кезінде жобалық ұзындық бір шама кем болып шығады. Егер өлшегіш жабдық өзінің номиналды шамасынан кем болса, онда түзету плюс (+) таңбасымен енгізіледі, түзету шамасын формуламен есептейді

$$\Delta l_k = \frac{l}{N} dl, \quad (168)$$

мұндағы l – өлшегіш жабдықтың нағыз ұзындығы;
 N – өлшегіш жабдықтың номинальды ұзындығы;
 $dl = l - N$.

Ауа қызуы үшін түзету енгізу қажеттілігінің туатын себебі, өлшегіш жабдықты компараторда тексеру кезінде бір температурада, өлшеу кезінде басқа температура, яғни әртүрлі температурада өтеді. Түзетуді төмендегі формуламен септеуге болады:

$$\Delta l_t = a l(t - t_0), \quad (169)$$

мұндағы, a – қызудан сызықтық ұлғаю коэффициенті;
 l – өлшегіш жабдықтың ұзындығы;
 t, t_0 – ретімен өлшегіш жабдықпен өлшеу кезіндегі және компараторда тексеру кезіндегі температура.

Айта кететін жағдай, температурадағы түзету шамасының мәні, компарирлеу түзетуімен бірдей, сондықтан жоғарыдағы формуланы былай жазуға болады:

$$\Delta l_t = a l(t_0 - t). \quad (170)$$

§ 14.5 Жобалық биіктікті жер бетіне шығару

Бұл жұмыс көбінесе құрылыс-монтаждау жұмыстарын геодезиялық іспен қамтамасыз етуде қолданылады. Жобалық биіктік шамаларын бетондау кездерінде құйма қалып (опалубка) үстіне, қоршауды орнатуда жиектеріне, анкерлік бұрандаларға, монтаждау жұмыстарына, қазаншұңқырлар және траншеялардың түбіне береді. Биіктік шамаларын геометриялық нивелирлеу арқылы жақын маңдағы реперлерден шығарады.

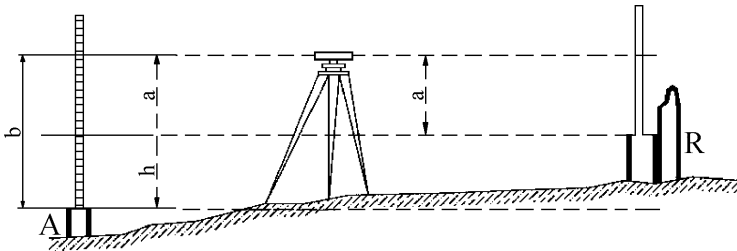
Айталық, жақын маңдағы биіктігі H_R R реперінен дінгектің қиылған деңгейіндегі A нүктесіне беру керек, яғни H_A нүктесін жобалық биіктікке шығару керек (110-сурет).

Нивелирді репер және A нүктесінің жобамен ортасына орна-тып, R реперінің үстіне қойылған рейкадан, яғни соңғы нүктеден a есебін алады. Сонда аспап деңгейі ($ГИ$) тең болады,

$$ГИ = H_R + a. \quad (171)$$

A нүктесінің жобалық биіктігін алу үшін, алдыңғы рейкадан b есебін алу керек, ол тең болады,

$$b = h + a = ГИ - H_A. \quad (172)$$



110-сурет. Берілген биіктікті шығару тәсімі

Дінгекті жоғары, төмен жылжытып, жобалық биіктікке келтіріп орнатуға болады. Ол үшін, рейканы жоғары немесе төмен жылжытып, дінгектің жоғарғы беті берілген (анықталған) b есебіне келгенше қозғап, рейка табаны керекті биіктікке жеткен жерді белгілейді, яғни іздеп отырған жобалық биіктік шама ретінде бекітеді. Сонда жобалық биіктікті беру үшін, рейкадан алынған b есебі, аспап деңгейі мен жобалық биіктікті бір-бірінен алғанға тең болады. Тексеру үшін, нивелирлеуді рейканың екі жағынан немесе аспаптың екі деңгейінде атқарған жөн.

Мысал. R жұмыс реперінің биіктік шамасы 174,327. A нүктесіне жобалық $H_A = 171,513$ биіктігін беруіміз керек. Рейкадан алынған есеп $a = 0,874$. (172) формулаға сәйкес,

$$b = (174,327 - 171,513) + 0,874 \quad b = 3,688.$$

Сонда, алдыңғы рейканы 3,688 есебіне қойып, белгілеу (бекіту) керек.

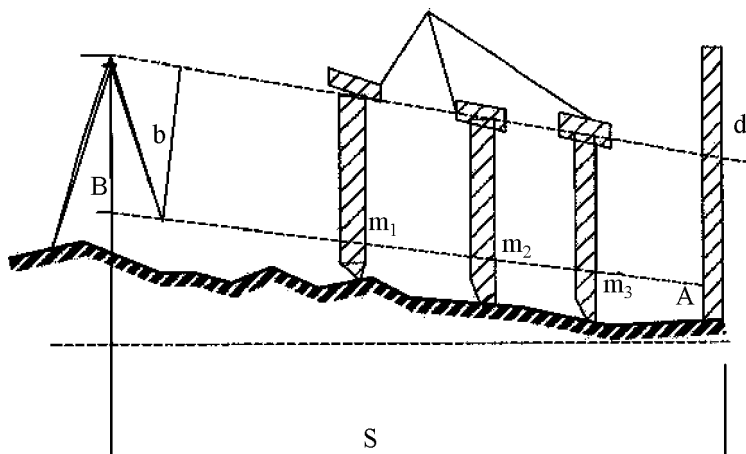
§ 14.6 Көлбеу жазықтықты және сызықты жер бетіне салу

Берілген көлбеу сызықты жер бетіне түсіру үшін, жергілікті жер тегіс болған жағдайда нивелирді пайдаланады, ал ойлы-қырлы, күрт өзгөрмелі тұстарында теодолит аспабын қолданады. Жермен байланысты құрылыстарды (траншея, арық, тоған, көлбеу фундамент, т.с.с.) жүргізуді *көздегіш* арқылы (визирки) атқарады. Көздегіш дегеніміз – басына көлденең тақтай қағылған қазық. Бұл жұмысты тік жазықтықта тегістеу, авто және темір жол жер төсеніштерін, жер асты құбыр тораптарын салуда және монтаждау тағыда басқа жұмыстарында іске асырады.

Айталық, жер бетінде B нүктесі H_B биіктігімен берілген (111-сурет). BA бағытымен берілген i көлбеулікті сызық жүргізу керек. Көтергіш бұрандасының бірі BA бағытымен дәл келетіндей етіп, нивелирді B нүктесіне орнатады. Тапсырманы іске асыру үшін B және A нүктелерін жобалық биіктіктеріне берілген i көлбеулікті сақтай отырып бекітеді, сонда A нүктесінің биіктігі мынаған тең болады:

$$H_A = H_B + Si, \quad (173)$$

мұндағы, Si – BA бағытының жазық ұзындығы.

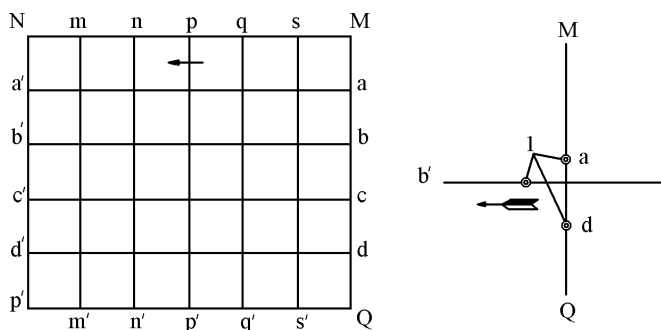


111-сурет. Берілген көлбеулікті сызықты қадалау тәсімі

A нүктесінде тұрған рейкаға көздеу нәтижесін белгілеу үшін, b аспап биіктігін өлшеп салады. BA бағытындағы көтергіш

бұrandаның көмегімен дүрбіні рейка бойымен Ad кесіндісіне тең деңгейге еңкейтеді. Әрі қарай m_1, m_2, m_3 нүктелерінде қазықтар қағып, осы қазықтар бойында рейкадағы есеп аспап биіктігіне (b) тең болғанын қадағалайды.

Жермен жүргізілген құрылыстарда (траншея, арық, тоған, көлбеу фундамент, т.с.с.) рейканың орнына бірдей биіктікті көздегіштер қолданылады. Мұнда екі көздегіш A және B нүктелеріне қойылады да (тұрақты), ал үшіншісі (қозғалмалы) ретімен m_1, m_2, m_3 нүктелерінде орнатылады. Керекті көлбеулікті түсіру үшін тұрақты көздегіштерге көлденең қағылған тақтайдың жоғары жиегіне қарайды (көздейді).



112-сурет. Жер бетінде көлбеу жазықты салу тәсімі
a – шаршыға бөлінген алаң; *ә* – аспаптың көтергіш бұрандаларының орналасуы; *l* – көтергіш бұрандалар

Егер нивелирдің орнына теодолит қолданылатын болса, онда оны B нүктесіне орнатады да, B нүктесінен аспап биіктігін өлшейді (дүрбінің айналу осіне дейін). Осы биіктікті рейкаға белгілеп қояды. Тік бұрышты өлшеу алидадасының жанында орнатылған деңгейді ортасына келтіріп, көру дүрбісінің микрометрлік бұранда тетігімен тік дөңгелекте берілген көлбеуліктің шамасына (есебіне) қояды. Мысалы, 1% көлбеулікті бұрыш $0^{\circ}37'49''$; 1,5% көлбеулікті бұрыш $0^{\circ}51'34''$ болады.

Жер бетіне көлбеу жазықтықты түсіру, тік жазықтықта тегістеу жұмыстарында кездеседі. Тапсырма көлбеу сызықты жер бетіне түсіру сияқты, егер жер бедері жазық болса нивелирмен, ал жер күрт өзгермелі болса, теодолиттің көмегімен атқарылады.

Айталық, жер бетінде $MNPQ$ алаңын берілген көлбеулікте MQ қабырғасынан NP қабырғасына қарай салу керек (112

а-сурет). Тапсырманы орындау үшін алаңды шаршыға бөледі. MQ қабырғасының a, b, c, d, Q төбелеріне жобалық биіктік болып есептелетін, биіктік шамалары M бастапқы беріліміне тең қазықшалар қағады. Барлық аралық нүктелер MN, aa' және басқаларын алдын ала нивелирлейді де, олардың «қара» (жұмыс істейтін) биіктіктерін анықтайды. Бұл нүктелердің жобалық биіктіктері қарапайым есептеулермен анықталуы мүмкін.

Шаршының төбелеріне қарауыл қазықшалар орнатады да, оларға сол нүктеде қанша қазу немесе үю керек екендігі жазылады. Әрі қарай нивелирді ауыстырады, мысалы b нүктесіне, мұнда оның бір көтергіш бұрандасы bb' бағытымен ал, қалған екеуін MQ сызығы бағытымен, b нүктесінің жобалық биіктігі жер бетіне шығарылғандығын еске ала отырып орнатылады. Нивелирді қалыпты жағдайға келтіреді де, рейкадан оның биіктігін белгілейді. Рейканы жобалық биіктігі жер бетіне шығарылған b' нүктесінің үстіне орнатады.

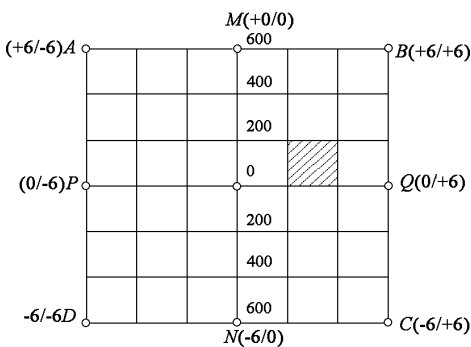
Нивелирдің bb' сызығы бағытымен орналасқан көтергіш бұрандасымен көздеу дүрбісін рейкаға бұрып, ондағы аспап биіктігін белгіленген тұсына еңкейтеді (немесе көтереді). Бұл жағдайда нивелирдің айналу осі жер бетіне шығарылмақшы жазықтыққа перпендикуляр, ал көздеу осі, аспапты өз осінен айналдырсақ, шығарылмақшы көлбеу жазықтыққа параллель жазықтықты айналдыра сызып өтеді. Бұл жағдайдың тексеруі – аспап биіктігіне тең M нүктелерінен алынған a, c, d, Q есептері, ал олар алдын ала бір биіктікте орнатылған. Сонымен MQ түзуінің барлық нүктелері бір жазықтықта жатыр.

Нивелирдің дұрыс орнатылғаны тексерілгеннен кейін, шаршы төбелеріндегі аралық нүктелерді белгілеуге кіріседі. Бұл нүктелерде орнатылатын қазықшалардың биіктігі сол қазықшалардың үстіне рейка қойғанда есеп аспап биіктігіне тең болулары керек.

§ 14.7 Құрылыс алаңындағы жер бетін нивелирлеу

Құрылыс алаңындағы жер бетін нивелирлеу, егер ол тұста жазық және аздап толқымалы рельеф болған жағдайда топографиялық түсіріс үшін жүргізіледі. Ірі масштабта түсірілген план арқылы, жер бетін тік жазықтықта тегістеу; аэродромдарды,

құрғату және суару жүйелерін жобалауда; қазу жұмыстарының көлемін жедел есептеуде; территорияларды жер ұйықтау (благоустройства) және басқа да инженерлік жұмыстардың тапсырмаларын орындауда қолданады. Дала жұмыстарына жер бетінде нүктелер торын құру, олардың пландық және биіктік шамаларын анықтау жатады. Планның рельефі геометриялық нивелирлеу нәтижесі арқылы анықталған биіктік шамалары арқылы горизонтальдармен бейнеленеді. План ішіне кіретін құрылымдарды түсіру биіктік анықтаумен қоса жүргізіледі.



113-сурет. Участокты негізгі шаршыларға бөлу тәсімі

ыңғайлысы шаршылар арқылы нивелирлеу нәтижесінде жасалған план, бұл әдіспен жұмысты жүргізу ретін төменде қарастырамыз.

Түсірілмекші участок $ABCD$ бір-біріне перпендикуляр MN және PQ осьтермен төрт тең бөлікке бөлінеді (113-сурет). Ортадағы O нүктесінен осьтер бойымен бірдей ұзындықты кесінділерді салып, шаршыға бөлуге кіріседі. Әрі қарай ол шаршыларды кіші өлшемді шаршыларға бөледі де, үлкен шаршыларды ұсақ шаршылармен толтырады. Негізгі шаршылардың төбелерін уақытша реперлермен, ал толтырушы шаршылардың төбелерін ағаш қазықшалармен бекітеді.

Негізгі шаршыларды тік бұрыш жасап, теодолитпен қадалайды, ал сызықтарды ұзындықтары 100-200 м таспамен немесе өлшегіш сыммен (арнаулы өлшегіш сым – темір) өлшейді. 1:500 масштабты түсіріс үшін, негізгі шаршы қабырғаларын 100 немесе 200 м, ал толтырушы шаршылардың қабырғасын 10 немесе 20 м етіп алады; 1:1000 – 1:2000 масштабты түсіріс үшін негізгі шаршы

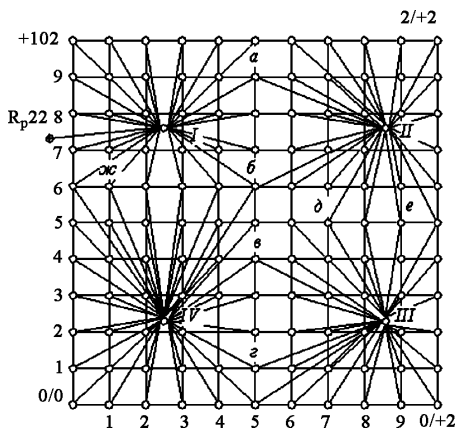
Жер жағдайына және жобалық шарттарға байланысты, нивелирлеуді төмендегі әдістердің бірімен атқарады: *шаршы* немесе *төртбұрыш* әдісі; тұйықталған теодолиттік түсіріс жүрістері ішінде құрылған белдемелер арқылы; бұрыннан құрылыс салынған жердің алдын ала түсірілген планы арқылы атқарады. Инженерлік жоба үшін, ең

кабырғаларын 200 немесе 400 м, ал толтырушы шаршылардың кабырғасын 20 немесе 40 м етіп алады.

Шаршылардың реттік сандары іс жүзінде әртүрлі жазыла береді. Бірақ, ең ыңғайлысы негізгі шаршыларды толықтыру шаршыларынан тез айыру үшін әртүрлі етіп бейнелеген жөн. Мысалы, негізгі шаршы төбелерін бөлшек ретінде, яғни бөлшектің алымына MN абсцисса осі бойынша жүздік метрлерін, ал бөліміне PQ ордината осі бойынша жүздік метрлерін жазады. Мысалы, тәсімнің оңтүстік-батысында орналасқан D нүктесі үшін, $-6/-6$, мұнда шаршының төбесі участкақтың координаталар басынан солға және төмен 600 м қалыс қалған деген сөз.

Толықтырушы шаршылардың төбелері – жазық және тік бағытта да тік-араб цифрларымен бейнеленеді. Мұнда бірінші цифр – тік бағыттағы, ал екіншісі – жазық бағыттағы реттік сандары. Мысалы, нивелирлік жүрістің жалғастырушы нүктелері болып есептелетін $a, б, e$ төбелері ретімен 95, 65 және 59 цифрларымен белгіленеді (114-сурет).

Шаршылардың төбелерін №22 реперден техникалық нивелирлеу жүргізу арқылы іске асады, мұнда негізгі шаршылардың кабырғалары 200 м. Нивелирлік жүрістің I, II, III және IV станцияларын (тұрақтарын), көздеу қашықтығы 100 – 150 м қашықтықтан, мүмкіндігінше шаршының барлық ауданы көрініп тұратындай етіп таңдайды. Әр келесі станция, алдыңғы станциямен екі-үш нүктелермен байланыстыра жүргізіледі.



114-сурет. Шаршылар арқылы нивелирлеу тәсімі

Мысалы, *I*, *II* станциялар, *e*, *d* және т.т. *III* және *IV* станциялары кірісетін параллель жүріс *a* және *z* нүктелерімен байланысқан.

Барлық қазу жұмыстары алдын ала дайындалған, шаршылар торы салынған сұлбаға түсіріледі. Шаршылар арқылы нивелирлеуді сұлбада тексеріп отыру, көрші шаршылардағы екі жалғастырушы нүктелерден алынған бір-біріне қайшы жазылған есептердің қосындысы немесе қатар орналасқан станциядағы олардың арасындағы өсімшелер арқылы жүргізіледі. Айырмашылық 10 мм аспауы керек.

Кішігірім, шаршы саны аз учасоктерді алдын ала нивелирлік жүрісті салмай-ақ, полигонды құрайтын жалғастырушы нүктелер арқылы жүргізсе де болады. Бұл жағдайда бір станциядан әр топтағы шаршылардың барлық нүктелерін қамтуға (нивелирлеуге) болады, мұнда тексеру үшін екіжақты рейка немесе аспаптың екі деңгейінде жұмыс істесе болғаны. Аспап деңгейі арқылы биіктіктерді, әр екі есеп үшін шығарылған орташа шамасын пайдаланып анықтайды. Іргелес шаршылардың (топтардың) ортақ нүктелерінің биіктіктерін екі станцияда анықтайды. Егер ортақ нүктелердің биіктіктері айырмашылықтары 10 мм аспаса, онда олардың орташа шамасын қабылдайды.

Далалық жұмыстардың нәтижелерімен істелген жұмыстың тәсімін жасайды, ол тәсімде учасоктың бас осьтерін, негізгі және толтырушы шаршыларды, пландық және биіктік тірек қосындарын, бұрыштық және сызықтық өлшем берілімдерін, әр полигон бойынша сызықтық биіктік және бұрыштық қиылыспаушылықтары көрсетіледі. Негізгі шаршылар төбелерінің және теодолиттік жүріс қосындарының координаталарын анықтайды.

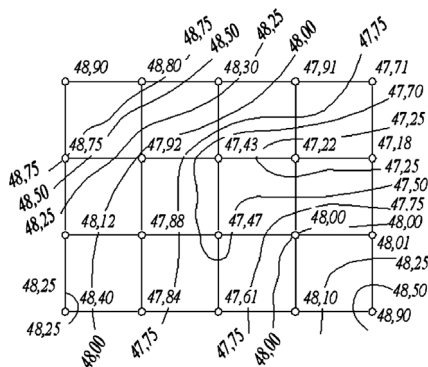
Полигондағы бұрыштық қиылыспаушылық, төмендегі формуламен есептелінген шамадан аспауы керек:

$$f_{\beta} = l' \sqrt{n}, \quad (174)$$

мұндағы, *n* – полигондағы бұрыштар саны.

Полигон периметрінің салыстырмалы қиылыспаушылығы 1:1000 қатынасындай шамадан аспауы керек.

Полигон планына горизонтальдарды салу үшін, сызба қағазына координаталық тор сызады да, негізгі шаршылар төбелерін координаталарымен салады. Әрі қарай негізгі



115-сурет. Шаршылар арқылы горизонтальдарды салу тәсімі

шаршылар қабырғаларына толтырушы шаршылар қабырғаларын өлшеп салады.

Барлық нивелирленген нүктелердің биіктік шамаларын сантиметрге дейін дөңгелектеп жанына жазады. Нүктелердің биіктіктері арқылы, жер бедерінің тәсімдік сұлбасына қарай отырып горизонтальдарды жүргізеді. 115-суретте аланды шаршылар арқылы нивелирлеу планының қима биіктігі 0,25 метрлік бір бөлігі 1:500 масштабта көрсетілген.

Құрылыс алаңы жер бетін немесе оның бір бөлігін нивелирлеудегі кешенді жұмыс нәтижесінде келесі құжаттарды дайындайды: түсіру негіздерінің және нивелирлеу журналдары; теодолиттік түсіріс және нивелирлеу жүрістерінің тәсімдері; координаталар және биіктік есептеу журналдары; құрылымдарды және рельефтерді түсіру сұлбалары; істелген жұмысты қабылдау актісі; сызылған планшеттер; түсініктеме мәтіні.

§ 14.8 Берілген көлбеулік бойынша жобалық және жұмыс істеу биіктік шамаларын есептеу

Кез келген бір ұзынабойлық профиль (автомобиль, темір жолдары, канализация, жылу торабы трассалары және с.с.) геометриялық нивелирлеу нәтижелерімен салынған болса, осы профильдің үстіне берілген көлбеуліктегі жобалық сызықты салады. Жобалық сызықтар өтетін нүктелерді *жобалық нүктелер* немесе «қызыл» *биіктіктер деп атайды*. Жобалық сызықтың биіктіктері формуламен есептеледі:

$$H_{n+1}^k = H_n^k + n_{n+1}^k \quad (175)$$

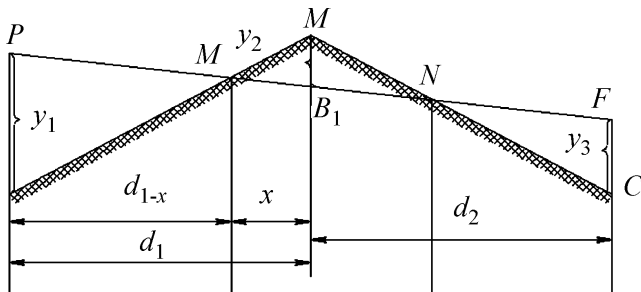
мұндағы H_{n+1}^k – келесі нүктенің қызыл биіктігі;
 H_n^k – алдыңғы нүктенің қызыл биіктігі;
 n_{n+1}^k – осы нүктелердің арасындағы өсімше.

Бастапқы нүктенің биіктігі, жобалық сызық нүктелерінің биіктік шамаларын есептеу кезінде беріледі немесе жақын маңдағы репер арқылы анықталады. Өсімшені көлбеулік және екі нүкте арасындағы қашықтық арқылы табады. Айталық, кез келген бір ұзынабойлық профильдің ABC бөлігінің PF жобалық сызығы i көлбеулігімен берілген, сонда 116-суретке сәйкес:

$$= H_p + d_1 \cdot i; \quad (176)$$

$$H_p = H_p + (d_1 + d_2) i = \quad + d_2 \cdot i. \quad (177)$$

Есептеу кезінде көлбеуліктің мәнін есепке ала отыру керек, жоғарыдағы жағдайда мәні (-) минус.



116-сурет. Ұзынабойлық профиль

Жоғарыдағы айтылғандай қызыл және қара биіктіктердің айырмасы жұмыс биіктігі деп аталады, яғни сол нүктеде қанша қазу керек немесе қанша үю керек екендігін көрсетеді. 116-суретте жұмыс биіктігі болып y_1, y_2, y_3 саналады. Қазу керек болса, оның биіктік шамасын жобалық сызықтың астына, ал үю керек болса үстіне жазады.

Ерекше орын алатын M және N нүктелері – жобалық сызықпен профиль сызығының қиылысқан тұсы. Мұндай нүктелер нөлдік жұмыс нүктесі деп аталады. Қазу немесе үю жұмыстарын осы нөлдік жұмыс нүктесінен бастайды.

§ 14.9 Тік жазықтықта тегістеу жұмыстары

Тік жазықтықта тегістеу жұмыстарының кешенді жобалық жұмыстарында алатын орны ерекше. Тік жазықтықта тегістеу жұмыстары дегеніміз – жер бедерін (құрылыс алаңы рельефін), ол жерде салынатын ғимараттар мен құрылыстарды пайдалануға ыңғайлы түрге келтіру.

Тік жазықтықта тегістеу кезінде жер бетіндегі (құрылыс алаңында) жиналатын суларды, ең аз жұмыс шығынымен басқа жаққа бұру болып саналады. Жұмыс көлемінің аз болуын, биіктіктердің тиімді шамаларын таңдау, яғни құрылыс сызықтарының қызыл биіктіктері авто және темір жолдардың қиылысқан тұсына дәл келуі, ғимарат еденінің биіктігін таңдау, цехтарға кіру биіктіктері, жер асты коммуникацияларын қандай тереңдікте орналастыру жұмыстарын сараптай отырып, қол жеткізеді. Іс жүзінде тік жазықтықта тегістеу жұмыстарын жобалауда негізінен барлық жерге бірдей, таңдамалы немесе араласқан тегістеу жүйелерін қолданады.

Барлық жерге бірдей тегістеу жүйесі, егер құрылыс алаңы тығыз, бірнеше жолдармен, жер асты коммуникацияларымен толыққан жағдайда қолданылады. Алаңды құрылыспен толықтыру коэффициенті 25%.

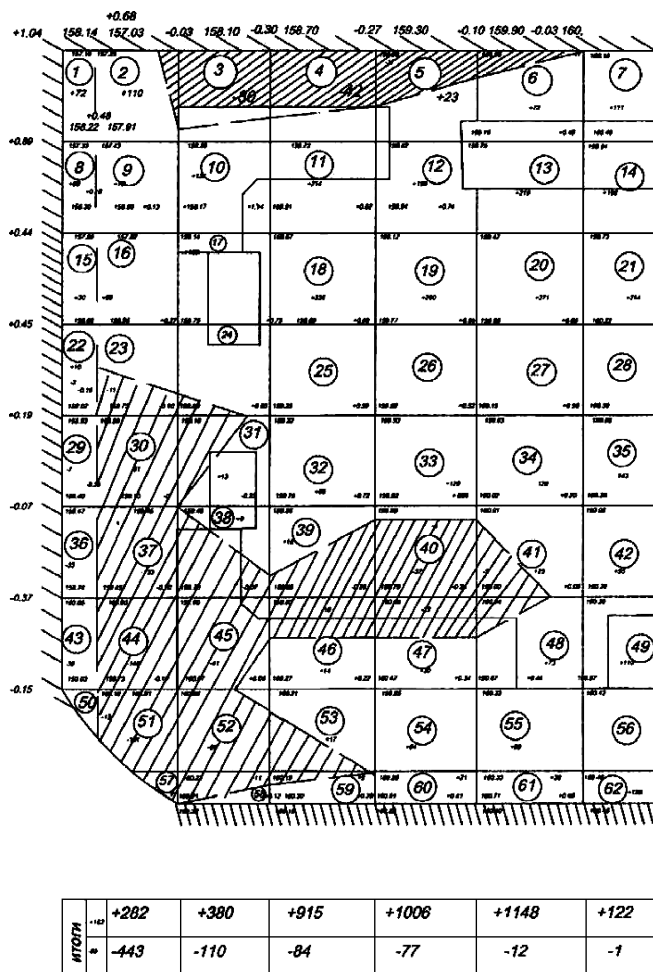
Таңдамалы тегістеу жүйесін, кейбір өндіріс және басқа ғимараттар орналасқан учасоктерде ғана қолданады, мұнда алаңның құрылыс салынбаған тұстарының бұрынғы рельефі сол бетінде қалады. Бұл жүйенің артықшылығы, мұнда жұмыс көлемі аз, жиналмалы суды сыртқа ағызу құрылысына кететін шығын азаяды. Алаңды құрылыспен толықтыру коэффициенті 15% дейін кемиді.

Араласқан тегістеу жүйесінде құрылыс алаңының кейбір учасоктерінде барлық жерге бірдей тегістеу жүйесі, ал қалған жерлерінде таңдамалы тегістеу жүйелері қолданылады. Араласқан тегістеу жүйесі генпландарды (бас пландарды) жобалауда кеңінен қолданылады.

Еркін тегістеу территорияларында жобалық көлбеулік 0,003 аз, 0,05 промилльден көп болмауы керек.

§ 14.10 Жер қазу, үю жұмыстарының картограммасын құру

Жер қазу жұмыстарын сызба түрінде бейнелеу. Картограмма тік жазықтықта тегістеу жобасының айнымас бір бөлігі, ол қазылған, үйілген топырақты, тау жыныстарын қотару (орын ауыстыру), жылжыту жұмыстарын көрсетеді, сонымен бірге жер бетіне тік жазықтықта тегістелген жобалық жазықтықты жер бетіне түсіру үшін қолданылады (117-сурет).



117-сурет. Тұрғын үйлер кварталын салудағы қазу, үю жұмыстарының картограммасы

Картограмманы құру үшін бастапқы берілімдер болып есептелінетіндер: горизонтальдар, биіктіктер және ірі масштабты топографиялық планға түсірілген құрылымдар. Шаршылар арқылы нивелирлеу нәтижелері кеңінен қолданылады. Рельефтің және құрылымдардың күрделілігіне, сонымен бірге жобалау сатысына байланысты, шаршы қабырғаларының ұзындығы 10-нан 100 метрге дейін болуы мүмкін. Тор сызықтарының қиылысқан нүктелерінің қызыл және қара биіктіктерін жазып алады. Бұл шамаларды көбінесе тік жазықтықта тегістеу генпланынан жіктеу (интерполированием) арқылы анықтап алады. Шаршы ішіндегі қазу, үю жұмыстарының көлемін есептеу үшін, жұмыс биіктіктерін пайдаланады. Картограмма арқылы жер қазу, үю жұмыстарының көлеміне есеп жүргізгенде, ғимарат пен құрылым үшін қазылған қазаншұңқырдан қазып алынатын топырақ және тау жыныстарының да көлемін есепке алып, орнын ауыстыратын жыныстың көлемдік шамасына түзетулер енгізеді.

Егер шаршы бұрыштарында (+) плюс және (-) минус мәнді жұмыс биіктіктері болатын болса, онда жіктеу арқылы нөлдік нүктелердің жағдайларын анықтап және де оларды бір-бірімен қосып, тегістелінуші участоктың қазу және үю жұмыстарының контурын анықтайды, яғни нөлдік жұмыс сызығын анықтайды.

Қабырғаларын нөлдік жұмыс сызығы қиып өтетін шаршыны *толық емес шаршы* деп атайды.

Қазу немесе үю көлемі тұйықталған пішінді үймеде (немесе шұңқырда) төмендегі формуламен есептеледі:

$$Q = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} p = \frac{\sum h}{4} p, \quad (178)$$

мұндағы $h_1, -h_4$ – шаршы бұрыштарының жұмыс істеу биіктіктері, m ;

p – шаршының ауданы, m^2 .

Көпбұрыш үшін:

$$Q = \frac{\sum h}{n} P, \quad (179)$$

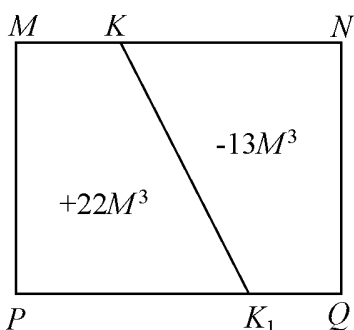
мұндағы $\sum h$ – көпбұрыш төбелерінің жұмыс істеу биіктіктері;
 P – көпбұрыш ауданы, m^2 .

Айталық, қабырғаларының ұзындығы 20 м $MNQP$ толық емес шаршы бар (3.21-сурет), оның төбелерінің биіктіктері $M (+0,26)$; $N (-0,30)$; $Q (-0,03)$; $P (+0,10)$.

Нөлдік жұмыс істеу K және K_1 нүктелерінің орналасу жағдайлары жіктеумен анықталады,

$$KN = \frac{0.30 \cdot 20}{0.26 + 0.30} = 10.7 \text{ м};$$

$$K_1Q = \frac{0.03 \cdot 20}{0.03 + 0.10} = 4.6 \text{ м}.$$



118-сурет. Шаршы ішіндегі нөлдік жұмыс істеу сызығын анықтау тәсімі

Әрі қарай $KNQK_1$ төртбұрыш ішіндегі қазу жұмыстарының орташа жұмыс істеу биіктігін табамыз:

$$h_{op} = - \frac{0.03 + 0.30}{4} = -0.082 \text{ м}.$$

$KNQK_1$ төртбұрыштың ауданын орташа биіктігі h_{op} көбейтіп, қазу көлемін табамыз:

$$V = \frac{10.7 + 4.6}{2} 20(-0.082) = -13 \text{ м}^3.$$

Сонымен бірге MKK_1P төртбұрыш ішіндегі үю көлемін есептейміз, ал ол 22 м^3 . Әр шаршының көлемін анықтап болған соң, нөлдік сызықпен шектелген әрбір қазу және үю контурының ішіндегі көлем шамаларын қосады. Әрі қарай, алаң ішіндегі жалпы қазу және үю көлемдерін есептейді. Әр пішін үшін картограммаға өз көлемін жазып қояды.

§ 14.11 Құрылыс алаңының тегістеу биіктіктерін анықтау

Жоғарыда айтылғандай, құрылыс алаңын тік жазықтықта тегістеу жобасы топографиялық план бетінде шаршылар бойынша горизонтальдармен құрылады. Жер қазу, үю жұмыстарының көлемін есептеу үшін картограмма жасалады. Істелген жұмыстың көлемін есептеуде шаршы және үшбұрышты призма, ұзына-

бойлық және көлденең профильдер әдістері көп тараған. Тегістеудің орташа биіктігі жобанда *нөлдік теңдік* (нулевой баланс) шартынан алдын ала беріледі, яғни тегістелмекші алаң ішіндегі қазу және үю жұмыстарының бір-бірімен мүмкіндігінше тең болғанын қадағалайды. Бұл жағдайда тегістеу биіктіктерін (биіктік шамаларын) келесі формулалармен есептейді:

Төртбұрышты призма үшін:

$$H_{mez} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4n}, \quad (180)$$

мұндағы, $\sum H_1$, $\sum H_2$, $\sum H_4$ – шаршы төбелерінің қара биіктіктерінің қосындысы, әрине мұнда ретімен шаршының бір бұрышы, екі бұрышы және төртбұрышы берілген;

n – учаскоктегі шаршылар саны.

119-суретке сәйкес 180-формуланы төмендегі түрде жазуға болады,

$\sum H_I = H_1^I + H_4^I + H_4^{IV} + H_1^{IV}$ (шаршылар штрихпен толтырылмаған);

$$\sum H_2 = H_2^I + H_3^I + H_4^{II} + H_4^{III} + H_3^{IV} + H_2^{IV} + H_1^{II} + H_1^{III},$$

(шаршылар көлбеу штрихпен толтырылған),

$$\sum H_4 = H_2^{II} + H_3^{II} + H_3^{III} + H_2^{III} \quad (\text{қос штрихты шаршы});$$

Үшбұрышты призма үшін:

$$H_{mez} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 3\sum H_3 + 6H_6}{6n}, \quad (181)$$

мұндағы, $\sum H_1$, $\sum H_2$, $\sum H_3$, $\sum H_6$ – шаршы төбелерінің қара биіктіктерінің суммасы, әрине мұнда ретімен үшбұрыштың бір бұрышы, үшбұрыштың екі бұрышы, үш бұрышы және алты бұрышы берілген. 181-формуланы пайдаланып 119-суретке сәйкес былай жазамыз:

$$\sum H_I = H_1 + H_4^{IV} \quad (\text{үшбұрыш штрихталмаған});$$

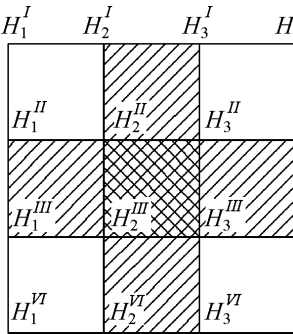
$$\sum H_2 = H_4 + H_1^{IV} \quad (\text{тік штрихталған үшбұрыш});$$

$$\Sigma H_3 = H_2^I + H_3^I + H_4^I + H_1^{II} + H_2^{II} + H_3^{II} + H_4^{II} + H_1^{III} + H_2^{III} + H_3^{III} + H_4^{III} + H_1^{IV} + H_2^{IV} + H_3^{IV} + H_4^{IV} + H_1^{V} + H_2^{V} + H_3^{V} + H_4^{V} + H_1^{VI} + H_2^{VI} + H_3^{VI} + H_4^{VI}$$

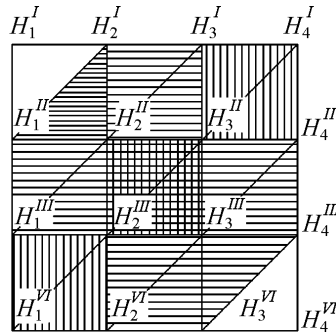
(жазық штрихты үшбұрыш);

$$\Sigma H_6 = H_2^{II} + H_3^{II} + H_4^{II} + H_1^{III} + H_2^{III} + H_3^{III} + H_4^{III} + H_1^{IV} + H_2^{IV} + H_3^{IV} + H_4^{IV} + H_1^{V} + H_2^{V} + H_3^{V} + H_4^{V} + H_1^{VI} + H_2^{VI} + H_3^{VI} + H_4^{VI}$$

(клеткалы штрихты үшбұрыш).



119-сурет. Участокты шаршыға бөлу тәсімі



120-сурет. Участокты үш бұрыштарға бөлу

Алаңдарды тегістеуде артық немесе кем топырақ көлемдерін есепке алып отырады. Топырақ көлемі, тапталмағандықтан көп болуы мүмкін. Бұл жағдайда $H_{мег}$ тегістеу биіктігі төмендегідей шамаға түзетілуі керек:

$$dH = \pm \frac{v}{na^2}, \quad (182)$$

v - алаңдағы жер массасы (топырақ) көлемі;

n - шаршы саны;

a - шаршы қабырғасы;

«+» алаң деңгейін көтеруде, ал «-» алаң деңгейін төмендетуде қолданылады.

Мысал. 121-суреттен шаршылардың бұрыштарынан кара биіктіктерін жазып алып, солар арқылы тегістеу биіктіктерін шаршы призмалар әдісімен анықтау керек. 180-формуланы қолданып:

штрихталмаған шаршылардан:

$$\Sigma H_1 = 25,0 + 21,5 + 20,4 + 23,4 = 90,3 \text{ м};$$

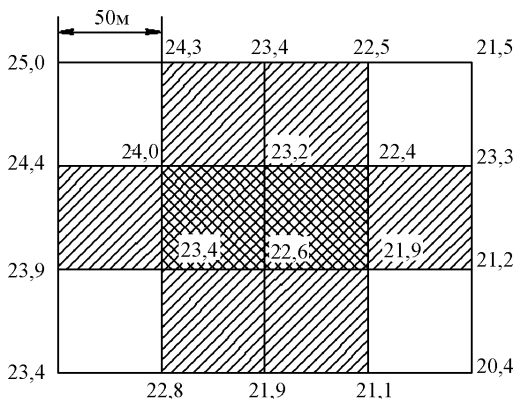
бір штрихты шаршыдан:

$$\Sigma H_2 = 24,3 + 23,4 + 22,5 + 21,3 + 21,2 + 21,1 + 21 + 22,8 + 23 + 24,4 = 225 \text{ м};$$

екі штрихты шаршыдан:

$$\Sigma 4_j = 24 + 23,2 + 22,4 + 21,9 + 22,6 + 23,4 = 137,5 \text{ м};$$

$$H_{\text{mez}} = \frac{90,3 + 2 \cdot 225 + 4 \cdot 137,5}{4 \cdot 12} = 22,72 \text{ м}.$$



121-сурет

Үшбұрышты призма әдісімен есептеу нәтижесі, төртбұрышты призма әдісімен есептеу шамасына жақын болып шықты, расында $H' = 22,79 \text{ м}$.

Тегістеу биіктігін тапқаннан кейін, жұмыс істеу биіктіктерін анықтап, солар арқылы қазу және үю көлемдерін есептейді.

Бақылау сұрақтары:

1. Құрылыс алаңдарындағы дайындық кезіндегі геодезиялық жұмыстарды атаңыз.
2. Құрылыс жобасын түсірудегі геодезиялық жұмыстарды атаңыз.
3. Қадалау жұмыстарының түрлерін атаңыз.
4. Қадалау жұмыстары үшін берілімдер қайдан алынады?
5. Қадалау жұмыстарындағы тік координаталар әдісін түсіндіріңіз.
6. Сызықтық қиылыстыру әдісі қай уақытта қолданылады?
7. Қадағалау жұмысында графоанаметикалық әдіс қандай жағдайда қолданылады?
8. Полярлық әдіс қандай жағдайда қолданылады?
9. Тік бұрышты координата әдісі қандай жағдайда қолданады?
10. Қатар сызықтар әдісі қандай жағдайда қолданады?

XV тарау

ҚҰРЫЛЫСТЫҢ ЖЕР АСТЫ БӨЛІКТЕРІН (НӨЛДІК ЦИКЛДЫ) САЛУДАҒЫ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

§ 15.1 Ғимараттар мен құрылыстарды түбегейлі қадалау

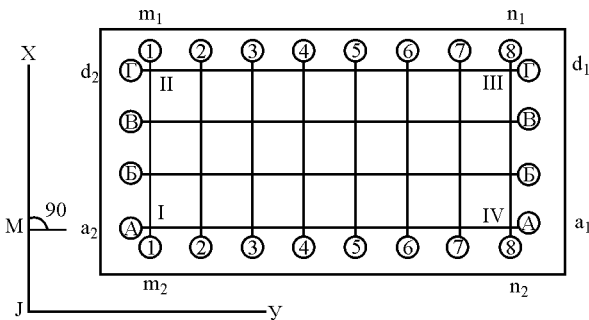
Ғимараттар мен құрылыстың негізгі осьтерін жер бетіне қадалаудағы бастапқы берілімдер болып, көбінесе құрылыс торының қосындары алынады. Сондықтан далалық жұмыстардан басталмай-ақ, құрылыс алаңының тәсімдік планы салынып, оған: жақын маңдағы құрылыс торының қосынын немесе басқа да тірек қосындарын, қадаланбақшы ғимараттың негізгі және қосалқы осьтерін олардың бұрыштық координаталарымен, құрылыс торына дейінгі қашықтықтарымен, сонымен бірге ғимарат немесе құрылыстың өлшемдерін салады.

Мысалы, ғимараттың негізгі осьтерін бекітетін *I*, *II*, *III* және *IV* нүктелерін тік бұрышты координаталар әдісімен, құрылыс торы қосындарынан бастап қадалау ыңғайлы (122-сурет). Сонда *Dx* және *Dy* қадалау элементтерін абсцисса және ордината осьтерінің айырмасы ретінде табады. *I* нүктесі үшін:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x &= x - x_a; \\ \Delta y &= y - y_a, \end{aligned} \right\} \quad (183)$$

мұндағы, x_I, y_I – *I* нүктесінің координаталары;

x_a, y_a – шаршы төбесі *a* нүктесінің координаталары.



122-сурет. Ғимарат осьтерін қадалау тәсімі

I нүктесін (*A-A* және *I-I* осьтерінің қиылысу нүктесі) жер бетіне түсіру үшін теодолитті құрылыс торының қосынына орнатады да, оны абсцисса осі бойынша бағдарлап, Δx , шамасын салады, сонда *M* нүктесі пайда болады. Осы *M* нүктесінен перпендикуляр түсіріп, ордината осінің бағытын анықтайды. *M-I* бағытымен Δy , салып, *I* нүктесін табады.

Осыған ұқсас, жақын маңдағы құрылыс торы қосындарынан *II*, *III* және *IV* нүктелерін жер бетіне түсіруге болады.

Өлшеу нәтижелерін тексеру үшін, ғимарат қабырғаларының және диагональдарының теңдігін өлшейді. Тексеру қорытындысында жобалық ұзындық шамаларынан ± 5 см аспауы керек. Тік бұрыштарында $\pm 60''$ артық ауытқулары болмауы керек. Алдыңғы параграфта айтылғандай, жоғары дәлдікті өлшеулерге тұғырдан өлшеу арқылы қол жеткізуге болады.

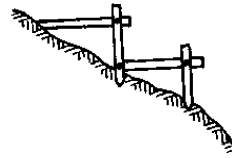
§ 15.2 Тұғырды қадалау және оған осьтерді түсіру

Тұғырды қадалау. Салынып жатқан ғимараттың сыртқы контуры бойымен салынған арнаулы қоршауды *тұғыр (обноска)* дейді. Тұғыр арқылы сызықтық өлшеу ыңғайлы болғандықтан, жоғары дәлдікті өлшеуге қол жеткізуге болады, яғни осьтерді дәл салуға мүмкіндік береді (осьтер арасындағы алшақтық 1-2 мм).

Тұғырды генпланның талаптарын ескере отырып, ғимараттың немесе құрылыстың осьтеріне параллель етіп орналастырады. Тұғыр сызықтарын ағаш дінгектермен бекітеді, мұнда дінгектердің ешқайсысы ғимарат осьтерінің үстінен шықпауы керек, сонымен бірге жер қазу жұмыстарына кедергі болмағаны жөн. Дінгектерді орнатып болған соң, олардың сыртына көлденең, қалыңдығы 40-50 мм тақтай қағады. Тақтайлардың жоғары жиектері бір деңгейде, бір жазық жазықтықта болуы үшін, геометриялық нивелирлеу жұмысын жүргізеді. Тақтайдың жоғары жақ биіктігін жер бедеріне қарап адам жүруге, ал биіктік шамаларын құрылыста қолдануға ыңғайлы етіп таңдайды. Автокөлік және жер қазу механизмдеріне кедергі болмас үшін тұғырдың үзік тұстары қарастырылады. Көбінесе тұғыр сызығы үзілмеген, төртбұрыш ретінде салынады. Күрделі пішінді ғимараттардың төртбұрышты тұғырларына оның басқа да бөліктерін қоршап жалғастырады (123-сурет).



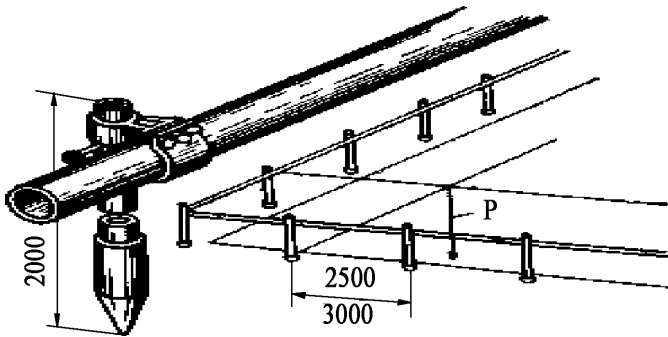
123-сурет Күрделі пішінді ғимарат маңындағы бүтін тұғыр



124-сурет. Баспалдақ іспеттес тұғыр

Ғимараттардың типтеріне және өндіріс шарттарына байланысты, *қатар сызықты тұғырлар* құрылысы пайдаланылуы мүмкін. Қатар сызықты тұғырлардың әр екеуі бір осьті бекітетін жекеленген дінгектерден тұрады. Егер жер бедерінің ыңғайсыздығынан тақтай қағу мүмкін болмаса, онда тұғырды баспалдақ ретінде құрады (124-сурет).

Тұғыр биіктігі сызықтық өлшемдер жүргізуге, керек кезінде оның үстіне теодолит аспабын орнатуға ыңғайлы болуы керек.



125-сурет. Жеке тұғыр

Тұғын үйлерді салу тәжірибесінде тұғырдың *жеке тұғыр* (инвентарная обноска) деп аталатын түрі кеңінен тараған. Ол жерге 0,7 м тереңдікке қағылған іші қуыс металл жәкірден тұрады (125-сурет). Жәкір тұғырдың қатар сызықтарының үстіне аралары 3-4 м болып орналасады. Жәкірдің тесігіне металл дінгектер орнатылады да, оларға жазық құбыр штанганы бекітеді. Штанга бойымен муфта жылжып тұрады, яғни оны кез келген тұсында бекітуге болады. Жәкірді орналастыру кезінде, дінгектер ғимарат осьтерінің біріне дәл келмеуін қадағалап орнатады.

Осьтердің тұғырдағы орналасуларын муфтаны жылжыту арқылы іске асырады.

Тар жерлерде ғимараттарды салу, қала ішінде құрамалы темірбетондарды қолдану кеңінен қолданылып тұрған уақытта тұғырды салу өте қиын және ыңғайсыз. Сондықтан ғимарат осьтерін тұғыр үстінде емес, қазылып жатқан қазаншұңқыр сыртына бекітілген ағаш қазық немесе металл қазықшаларды пайдаланады.

Тұғыр үстінде осьтерді қадалау. Жоғарыда айтылғандай, тұғыр үстінде негізгі және қосалқы осьтерді құру үшін, бастапқы берілімдер болып саналатындар: ғимарат фундаментінің және технологиялық жабдықтарды орнату планы, бүтін және дінгек тәріздес фундаменттердің тік қималары. Осы жобалық құжаттардың негізінде, *арнаулы қадалау сызбасы* жасалады. Қадалау сызбасына осьтер арасындағы барлық қашықтықтарды бір-біріне қосып ғимараттың жалпы өлшемімен және де жер бетінде бекітілген негізгі осьтердің координаталар айырмашылықтарымен салыстырады.

Тұғырға алдымен ғимарат контурын беретін негізгі осьтерді салады. Ол үшін теодолитті ретімен *I, II, III және IV* (122-суретке қараңыз) нүктелер үстіне орнатып, оны осьтер бағытымен бағдарлайды да, тұғыр үстінде негізгі ұзынабойлық осьтердің m_2, n_2 және m_1, n_1 көлденең негізгі осьтердің a_2, d_2 және a_1, d_1 нүктелерін белгілейді.

Негізгі осьтерді тұғыр үстіне салып болған соң, тұғырға қағылған тақтайдың жоғарғы қырынан бастап сызықтық өлшемдер жүргізеді. Өлшеу компараторда тексерілген өлшегіш таспамен немесе арнаулы инварлы таспамен, 1:10 000-1:25 000 қатынасындай шамадан аспайтын, орташа квадраттық салыстырмалы қатемен жүргізіледі. Өлшеу нәтижесіне ауа қызуына және компараторда тексеру түзетулерін енгізеді. Егер айтылған қателердің қосындысы өлшеу таспасын бір салғандағы ұзындығынан 0,5 мм артық болса, онда сол салынған ұзындыққа бірден енгізген дұрыс, ал егер түзету шамасы 0,5 мм аз болса, онда өлшегіш таспаны бірнеше салғаннан кейін түзетуді енгізу керек.

Қосалқы осьтерді бірінен кейін бірін тізбектеп тұғыр үстіне салғанда соңғы негізгі ось, теодолитпен салынған негізгі осьпен дәл келмейді. Егер алшақтық аз болатын болса, бір ұзынабойлық, бір көлденең осьтерді қатаң, өзгермейтін осьтер деп алып, қалған осьтерге тең етіп бөліп жібереді. 122-суретте *A* - *A* ұзынабойлық,

I - I көлденең осьтері қатаң, өзгермейтін осьтер ретінде қабылданған. Тұғыр үстіндегі өлшеулер жазық жазықтықта компараторда тексерілген (көтере созып, тексеру емес) өлшегіш жабдықтармен атқарылады.

Тұғыр үстіне барлық осьтерді белгілеген соң, олардың орнын шегемен бекітеді. Анық көрінуі, пайдалануға, өлшеу жүргізуге ыңғайлы болуы үшін әр шегенің қарсысына ашық бояумен тік сызық жүргізіп, атын ірі әріппен жазып қояды.

Шегелер арасына мүмкіндігінше күшпен созып, сым тартып қояды да, осьтердің қиылысқан тұсына тіктеуіш *P* іледі (125-сурет). Сым бойымен жылжыған тіктеуіш арқылы құрылыстың басқа элементтерін қадалайды (табалдырықты, терезе қуысын, санитарлық-техникалық жабдықтарды, т.т.).

Тұғырды қадалау дәлдігіне қойылатын негізгі талаптар:

1. Тұғырдың қабырғалары ғимараттың ұзынабойлық және көлденең осьтеріне параллель орнатылуы керек. Бұл талапты орындамау, тұғыр бойынша сызықтық өлшеулерде жүйелі қателіктерге ұрындырады. Тұғыр арқылы өлшеуде 1:50 000 қатынасындай салыстырмалы қатені қамтамасыз ету үшін, тұғыр қабырғаларының ғимараттың параллель осьтерінен алшақтығы 22' аспауы керек. Іс жүзінде мұндай талаптарды орындау қиындық туғызбайды.

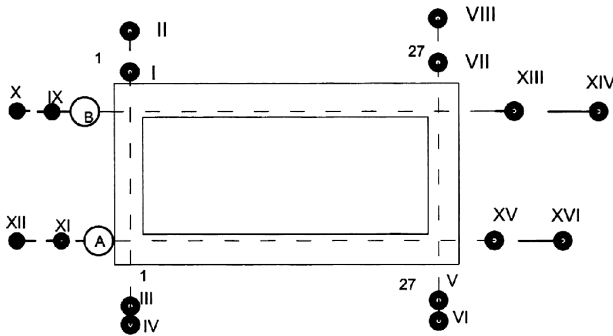
2. Тұғырды салуда, оның түзу сызықты болуын қадағалайды. Ол үшін өлшегіш жабдықты түзу сызықтың үстімен салу керек. 1:50 000 қатынасындай салыстырмалы қатені қамтамасыз етуде, түзу сызық бойымен 20 метрлік өлшегіш таспаның ауытқуы $\pm 6,3$ см аспауы керек. Яғни, тұғыр дінгектерін теодолитті пайдаланып орнатады.

3. Тұғыр жазық жазықтықта жатуы керек, себебі ұзындық өлшемдеріне көлбеулік түзетуін енгізуге тура келеді, ал тұғырдың жоғары жиегі уақытша репер ретінде (геодезиялық істермен қамтамасыз етуде) пайдаланылады.

1:50 000 қатынасындай салыстырмалы қатені қамтамасыз етуде, тұғырға қағылған тақтай жиектерінің бір жазықтықта жатуын қамтамасыз ету үшін оларды геометриялық нивелирлеу арқылы орнатады.

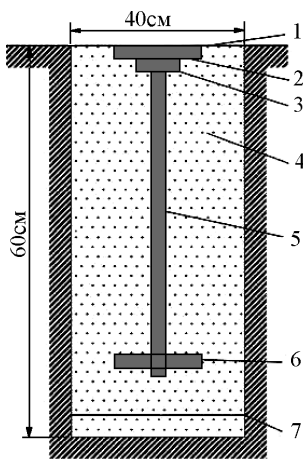
§ 15.3 Осьтерді бекіту

Тұғыр үстінде белгіленген осьтер ғимаратты салудағы барлық этаптарын қамтамасыз ете алмайды, себебі қабырғаларын биіктеткен сайын тұғырды қолдану ыңғайсыз бола бастайды. Сондықтан құрылысты геодезиялық істермен қамтамасыз етуді жалғастыру үшін осьтер жер қазу жұмыстарынан сыртқары белгілермен бекітілуі керек, өз кезегінде олар ғимараттың ішінде де орналасады. Барлық тұғырға белгіленген осьтер бекітіле бермейді, көбінесе негізгі осьтерді бекіту жолға қойылған. Ғимарат ішінде осьтерді қабырғаларға, фундаментке металл қазықшалармен (арматура кесіндісі, металл қыспалар, соғылған шегелер, т.с.с.) теодолит орнатуға ыңғайлы етіп бекітеді.



126-сурет. Ғимарат осьтерін бекіту тәсімі

Негізгі осьтерді қазылмақшы қазаншұңқыр сыртына, тұрақты қатар белгілермен, темірбетон діңгек ретінде бекітеді. Діңгектердің жоғары жағына металл стержень қағып, оның ұшының ортасына сызық ойып белгілейді. Мұндай белгі бір уақытта пландық тірек нүктесі және жұмыстық репер ретінде пайдаланылады. Бұл белгі жер бетінен көп жоғары шығып тұрмайды, оның көпке сақталуын және тез табылуын қамтамасыз ету үшін айналасын қоршап қояды. Ғимараттың не үшін салынып жатқандығына және құрылыс шарттарына байланысты осьтерді қатар белгілермен бекітудің әртүрлі тәсімі қолданылуы мүмкін. 126-суретте қатар белгілерді бекітудің ең көп тараған түрі келтірілген. Қатар нүктелердің арасында өлшеулер жүргізеді де, олардың ғимарат осьтеріне қалай байланысқанын көрсетеді.



127-сурет. Осьтерді бекіту белгісінің құрылымы. 1 – ағаш қақпақ; 2 – металлпластина; 3 – металл пластинка үстіндегі осьтің нүктесі; 4 – бетон; 5 – арматура-стержень; 6 – крестовина; 7 – құм араласқан қиыршық қоспа

Қатар белгілердің құрылысы, оларды бекітудің әртүрлі тәсімдері болады. 127-суретте тұрғын үйлерді салу кезіндегі ең көп тараған қатар белгінің құрылысы берілген.

Қатар сызықты белгілерден басқа, әр ғимарат, аз дегенде, екі жұмыс реперлерімен қамтамасыз етіледі. Бұл реперлердің орнын таңдауда, оны пайдалану ыңғайлы болуы керек және одан салынып жатқан құрылыстың ең көп нүктелерін бақылауға болатындай етіп орнатады. Жұмыс реперлерінен тұғыр дінгектерінің жоғарғы қырына тұрақты көздегіш-планканы орнатып, оның абсолюттік немесе салыстырмалы биіктігі анықталады. Екі тұрақты көздегіш-планка және үшінші уақытша белгі арқылы жер қазу жұмыстарын тұрақты түрде бақылап отырады.

Негізгі осьтерді және жұмыс реперлерін бекітудегі кешенді жұмыстардың нәтижесінде орындалған жұмыстардың тәсімін жасайды да, оған барлық сызықтық және бұрыштық өлшемдерді, сонымен бірге қатар сызық қосындыларының координаталарын көрсетеді.

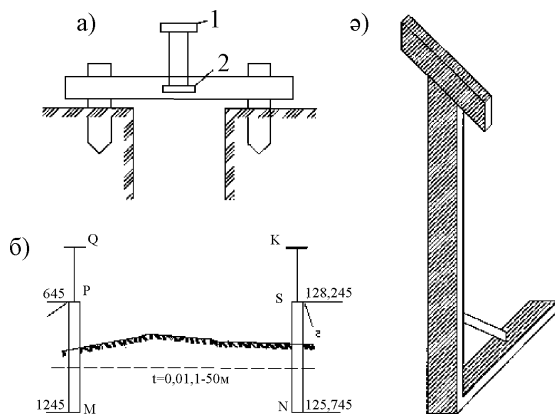
Орындалған жұмыстардың тәсіміне олардан басқа көрсетілетіндер:

- ғимаратты қадалауда пайдалынған құрылыс торының қосындыры;
- тексеру өлшемдерінің нәтижесінде салынған осьтердің арақашықтықтары, орналасулары көрсетілген тұғыр;
- осьтерді бекіткен белгілер.

Жасалып біткен және рәсімделген құжатты акт арқылы құрылыс басқармасына тапсырады.

§ 15.4 Жер асты инженерлік торап арықтарын (траншеяларын) және бақылау құдықтарын қадалау

Жерасты инженерлік тораптарын (су, канализация және жылу құбырлары және т.т.) жер бетіне геодезиялық тірек қосындары арқылы түсіреді. Планада инженерлік тораптарды салудың (қадалаудың) салыстырмалы қатесі 1:2000 қатынасындай. Биіктік шамалары бойынша өздері ағатын су, канализация құбырларын қадалау жоғары дәлдікпен атқарылады. Қысымды құбырларды қадалау төменгі дәлдікпен, яғни биіктік шамаларын ± 1 см қателікпен қадаласа жеткілікті. Құбырларды қадалаудың мәні – жобалық ұзынабойлық профиль және қадалау сызбасының негізінде трассаның айтулы (характерные) нүктелерін геодезиялық тірек қосындарына байланыстыра отырып, жер бетіне түсіреді. Құдықтарды салу, қазаншұңқырларды қазу үшін жер бетінде оның контурын түсіреді де, ортасын қазықшамен бекітіп, ұшына шеге қағып қояды.



128-сурет. Жер асты торабының траншеясын қадалау тәсімі
*а – тұғыр; ә – жылжымалы көздегіш; б – тұрақты көздегішті орнату тәсімі;
 1 – тұрақты көздегіш; 2 – төсеніш*

Қазаншұңқырдың жиектерін ортасынан бастап қадалайды, яғни траншеяның осінен екі жағына кертпе жиегін есепке ала отырып, құдықтың жобалық шамасының жартысын салады. Құдықтың ортасына қағылған қазық бұзылатындықтан, құбыр торабының және шұңқырдың осьтерін тұғыр арқылы бекітеді (128-сурет).

Құбыр торабының және шұңқыр осьтерін бекітетін тұғыр, екі ағаш дінгектен тұрады. Бұл дінгектер траншеяның жиегіне (жер бетінен биіктігі 0,5-0,7 м) орнатылады. Дінгектерді біріктіре жазық тақтай қағады. Траншеяның және құдықтың осьтерін тұғыр үстіне жалғастырушы тақтайдың (2) үстінде белгілейді де, Т әрпі тәріздес тұрақты көздегішті (1) қағады (128 а-суретті қараңыз). Құдықтар арасындағы құбыр торабының ось бағытын екі іргелес екі тұғырдың арасына тартылған сымға ілінген, жылжымалы тіктеуіш арқылы анықтайды. Тұғырға бояумен құдықтың реттік саны және салынбақшы құбырдың диаметрі жазылады. Егер құдықтың диаметрі өзгеретін болса, онда бөлшек ретінде екі диаметрі жазылады: алымында кіші, бөлімінде үлкен диаметрі. Анық көрініп тұру үшін, тұрақты көздегішті екіге бөліп, жартысын қызыл, екінші жартысын ақ түске бояйды. Тұрақты көздегішті екі іргелес құдықтар үстіне орнатқанда, оның жоғары жақ биіктігінің жазықтығы, траншеяның табанына параллель болғанын қадағалайды, яғни жобалық көлбеулікті сақтауы керек.

Қазылмақшы траншеяның тереңдігі, екі түрлі дайындалған жылжымалы көздегіштің көмегімен тексеріледі: бірі – траншеяны қазуды бақылау үшін, екіншісі – төменгі жағында табаны (башмак) бар, құбырдың дұрыс салынып жатқандығын тексеріп отыру үшін (128 ә-сурет). Жылжымалы көздегіштің жоғары қыры, екі тұрақты көздегіштің жоғары қырымен бір жазықтықта жатулары керек, оны көзбен де байқауға болады. Жылжымалы көздегішті траншея табанына қойғанда, жер бетінен шығып тұрған ұзындығы 1 м кем болмауы керек. Іс жүзінде бұл көздегіштердің ұзындығын 2, 5, 3 және 4 м етіп дайындайды.

Көздегіш траншеяны қазғанда кеңінен пайдаланылады, себебі үлкен көлбеулікті, сұйық өзі ағатын және қысымды құбыр жүйелерінің траншеяларын қазу кезінде артық немесе кем жұмыс көлемі пайда болмас үшін керек. Сонымен бірге траншея табанын тазалап, ретке келтіру геометриялық нивелирлеумен атқарылады.

Сұйық өзі ағатын, кіші көлбеулікті құбыр жүйелері тұрақты және уақытша реперлермен қамтамасыз етілуі керек. Ол үшін, трасса маңында IV класты нивелирлік жүріс, есептеулер негізінде керек болған жағдайда III класты нивелирлік жүріс жүргізіледі. Уақытша реперлер арасы 200 м жиі болмауы керек.

Сұйық өзі ағатын, үлкен диаметрлі құбыр тораптарын геодезиялық іспен қамтамасыз етудің өз ерекшеліктері бар.

Мысалы, қысымды құбырларды салуда құбырдың жоғары жағын, ал өзі ағатын, үлкен диаметрлі құбырларды салуда, олардың астына салатын тиянақтың (лоток) табанын нивелирлейді. Себебі құбырдың қалыңдығы бірдей болмауы мүмкін. Сондықтан құбырдың қалыңдығын механикалық түрде есепке алу, құбырды траншея табанына жатқызу дәлдігіне кері әсер етуі мүмкін.

Үлкен диаметрлі құбырларды жобалық көлбеулігін сақтап, бетоннан дайындалған төсенішке жатқызады. Ол үшін әр топтың (топта бір немесе екі құбыр) астына нивелирді пайдаланып, бетондау деңгейін көрсететін металл-маяк қағылады. Өзі ағатын құбырды салуда жоғары дәлдікті қамтамасыз ету үшін траншея табанына ағаш қазықтар қағып, ұшына бұранда бұрайды. Бұранданы бұрау арқылы оның үстіне қойылған рейканың биіктігін реттеп, төсеніштің жобалық көлбеулігін қамтамасыз етеді.

Құбыр астына траншея қазуды көздегіш арқылы геодезиялық іспен қамтамасыз етуде, тұғыр үстіне орнатылатын тұрақты көздегіштің биіктік шамасын алдын ала анықтап алу керек. Көздегіш ұзындығын есептеу келесі мысалда берілген.

Мысал. M және N екі канализация құдықтарының арасы 50 м, екі құдықтың арасындағы көлбеулік $0,01$ промилль (128 б-сурет). Құдық ішіндегі құбырдың төсеніш биіктігі $M = 125,245$ м, ал құдық ішіндегі табанының қазіргі биіктігі $N = 125,745$ м. Тұғыр үстінде P және S нүктелері белгіленген, олардың жоғары қыр биіктіктері, ретімен $127,645$ м және $128,245$ м. Егер жылжымалы көздегіштің ұзындығы $3,5$ м болатын болса, тұрақты көздегішті қандай биіктікке қою керек? Немесе тұрақты көздегіш жобалық биіктікте тұруы үшін, P және S нүктелерінен қандай ұзындықты кесінді салу керек?

Шешімі. M құдығына орнатылған тұрақты тұғырдағы Q нүктесінің биіктігі $H_Q = 125,245 + 3,5 = 128,745$ м, N құдығындағы биіктік $H_K = 125,745 + 3,5 = 129,245$ м. Сонда іздеп отырған кесінді ұзындығын айырма ретінде табамыз:

$$PQ = 125,745 - 127,645 = 1,1 \text{ м};$$

$$SK = 129,245 - 128,245 = 1 \text{ м}.$$

Құбыр торабын салудағы орындалған жұмыс түсірісі. Құбыр торабын салудағы орындалған жұмыс түсірісін, траншеяны жабу алдында жүргізеді де, істелген жұмыстың сызбасын, құжатын жасайды. Бұл сызба – құжат халық шаруашылығының кез келген

саласындағы жер асты құрылыстарын пайдаланудың ең керекті, маңызды құжаты болып саналады.

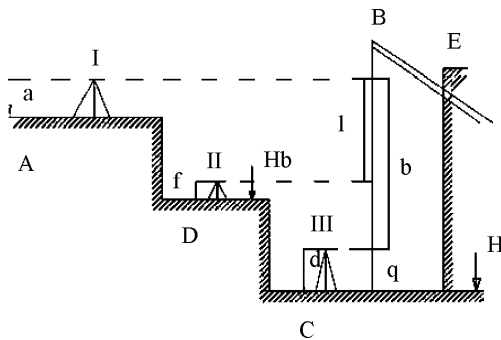
Сондықтан бұл құжаттардың дұрыс құрылуы, толықтығы және рәсімделуі оны пайдаланушы мекеме басшыларының қолымен бекітілуі керек. Орындау сызбалары мамандардың (электрик, сантехник, жылу технигі және т.б.) қатысуымен жасалады. Жер асты құрылысы осьтерін анықтаушы нүктелердің (бұрылу бұрышы, құдықтар ортасы және т.б.) барлығын ретке келтіріп, координаталарын анықтап көрсетеді.

Жеке орындау сызбалары негізінде, жалпы орындау тәсімін жасайды, ал онда көрсетілетіндер: бақылау құдықтары, жабу-ашу қақпақтары және жер асты құрылысының әр түрі бойынша түбегейлі, жеке-жеке аттары, типтері; құдықсыз салынған құбырлардың бұрылу бұрышы; бұрылыстар, құдықтар арасындағы және басқа да құрылымдардың қашықтықтары немесе бекеттік сызба; құбырлардың диаметрі, неден жасалған немесе төсеніштерінің, кәріздердің көлденең қимасы; кабельдердің маркасы, қысым беру құрылымының құбырларын салу тереңдігі; төсеніш табанының биіктігі және сұйық өзі ағатын құбырдағы ағу бағыты; бұрылу бұрыштарының координаталары немесе басқа тұрақты құрылымдарға байланыстырушы сызықтық және бұрыштық өлшемдері; орындау, типтік сызбаларының және эскиздерінің реті; жер асты торабының биіктік орналасу жағдайлары.

§ 15.5 Қазаншұңқырларды салудағы геодезиялық жұмыстар

Жер бетінде қазаншұңқырды қадалау үшін, оның қадалау сызбасын құрады, мұнда фундамент өлшемдерін, оларды қанша тереңдікке орналастыратындығы, сонымен бірге ғимараттың барлық ұзынабойлық және көлденең осьтері салынады. Қазаншұңқырдың төменгі жиегінің биіктігін және қабылданған аршу көлбеулігін есепке ала отырып, жоғары жиегінің орналасу жағдайын анықтайды. Жоғары жиек сызығын қазықшалармен, олардың арасында жіп немесе сым тартып белгілеп бекітеді. Қазаншұңқыр жиегінің аршу көлбеулігін есепке алмастан, оның жер бетіндегі шекарасын қазықшалармен бекітеді, бұл қазық-

шалар шұңқыр осінен, оның енінің жартысындай артық шамаға тең болады, яғни шұңқыр түбіне бетон құйғанда орнататын қалыпты кедергісіз қоюға мүмкіндік беретіндей болуы керек.



129-сурет. Қазаншұңқыр түбіне биіктік шамасын беру тәсімі

Жер қазу жұмыстарында шұңқыр тереңдігін жүйелі түрде тұғыр немесе шұңқыр түбіне бетон құйғанда орнататын қалыптың үстіне орнатылған, арнаулы көздегіш арқылы және жер қазушы механизм өтіп кеткеннен кейін жылжымалы көздегішпен тексеріп отырады. Себебі қазу жұмыстары тереңдеп кетсе, шығын да көбейеді, оның үстіне топырақтың кәдімгі құрылымы (геологиялық, гидрогеологиялық, сапалық, т.с.с.) өзгеруі мүмкін.

Ең соңғы рет шұңқыр табанын тазалағаннан кейін, оның түбін, яғни биіктік шамаларын көздегішпен немесе нивелирмен тиянақты түрде тексереді. Граншея немесе шұңқыр түбін тексеруде, топырақты жеткізбей алу 5 см аспауы керек.

Кең және терең, аумақты шұңқырларды қазуда, олардың табанына немесе тепкішектеріне уақытша реперлерді орнатуға тура келеді. Мұнда жұмыс реперлерін жеткізу келесі тәсіммен іске асады.

Айталық (129-сурет), қазаншұңқырдың жиегіндегі А нүктесінде жұмыс репері, ал қарсы беттегі жиегіндегі Е нүктесінде көлбеулеп, еңкейте ағаш дөңбек орналасқан, В нүктесінде q салмағы бар болат өлшегіш таспа ілінген. Уақытша реперлер болып саналатын С және D нүктелеріне биіктік шамаларын жеткізу керек.

Қазаншұңқыр түбіне биіктік шамаларын жеткізу үшін, нивелирді кезегімен шұңқыр жиегіне және тепкішегіне орнатады да, рейкадан және таспадан есептер алады.

C нүктесінің биіктігі тең болады,

$$H_C = H_A + a - (b + d), \quad (184)$$

Ал, D нүктесінің биіктік шамасы,

$$H_D = H_A + a - (l + f), \quad (185)$$

мұндағы a , d және f ретімен A , C және D нүктелеріне қойылған рейкадан алынған есептер;

l , b – өлшегіш таспадан алынған есептер.

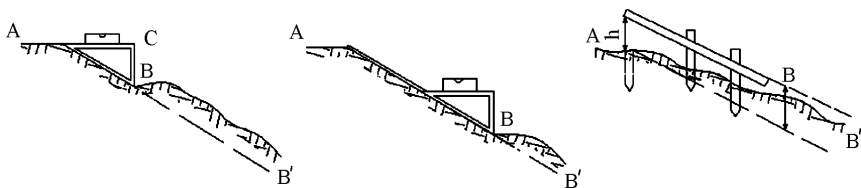
Тексеру үшін шұңқыр түбіне биіктік жеткізу екі жұмыс реперлерінен ілінген таспа ұзындығын әр өлшеген сайын өзгерте отырып жүргізіледі. Шұңқыр түбіне биіктік шамасын беру қателігі ± 1 см аспауы керек. Егер жоғарғы дәлдік керек болса, өлшегіш таспаға компарирлеу және ауа қызуына түзетулерін енгізеді, сонымен бірге нивелирлеу иіні тең болғанын қадағалайды.

§ 15.6 Шұңқыр табанын және кемерін нивелирлеу

Шұңқыр табанын және кемерін тазалау кездеріндегі геодезиялық жұмыстар келесі реттен тұрады. Үлкен қазаншұңқырдың табанын торға бөледі, олар шұңқырдың ұзынабойлық және көлденең осьтерінің қиылысуынан пайда болады. Белгіленген тұстарын қазықшалармен бекітеді. Қазықшаларды қағуда олардың биіктігін (қазықтың жоғарғы беті), шұңқыр табанының жобалық биіктігіне жақын болғанын қадағалайды. Әрі қарай, бір-бірінен 15-20 м орналасқан қазықтардың жоғары беттерінің жобалық биіктіктерін нивелирлеумен анықтайды. Осы тірек нүктелерінің арасында 3-5 м сайын қазықшалар қағады да, үш көздегіштің көмегімен шұңқыр табанының жобалық биіктігін табады. Екі тұрақты көздегішті жобалық биіктіктері белгілі қазықтардың үстіне орнатады да, үшінші көздегішті осы екі тұрақты көздегіш орналасқан нүктелердің арасындағы (қатарындағы) қазықтардың үстіне кезегімен қойып, олардың жобалық биіктік деңгейлерін белгілейді. Ортадағы жылжымалы көздегішті қойған қазықты балғамен бірнеше рет ұра қағып, оның төбесінің жобалық биіктікке келгенін қадағалайды, яғни қазықты ұрған

сайын көздегішпен тексеріп отырады. Осындай әдіспен барлық қазықтардың биіктіктерін (қазықтың жоғарғы жиегін) жобалық шамаға келтіреді, яғни барлық көздегіштің жоғары жиектері бір сызықтың бойында болғанын қадағалайды.

Шұңқыр түбін түпкілікті тазалап болған соң, орындалған жұмыс нәтижесінің тәсімін салып, оған шұңқыр табанының барлық нақтылы биіктіктерін түсіреді. Ол үшін көбінесе, осьтер арқылы тартылған сымды пайдаланады. Көлденең және ұзынабойлық осьтердің қиылысу нүктелеріне тіктеуіш іліп шұңқыр түбіне жеткізеді. Осьтердің қиылысқан нүктелеріне жермен бірдей қылып қазық қағады да, нивелирлеу арқылы дұрыстығына көз жеткізеді.



130-сурет. Кемерді тазалауға арналған жабдықтар
а – үшбұрыш; ә – лекало; б – бағыттаушы тақтай

Шұңқыр кемерін тазалау кезінде қарапайым жабдықтарды (аспаптарды) қолданады. Олар ABC үшбұрышы, лекало және бағыттаушы тақтай іспетті қарапайым жабдықтар. *Кемерлік тік бұрышты үшбұрышты* (130 а-сурет) ағаштан жасайды, оның катеттерінің біріне деңгей орнатады немесе тіктеуіш іледі, сонда гипотенуза бағыты кемердің жобалық көлбеулігімен дәл келіп тұрады.

Лекало (130 ә-сурет) ұзын шыбық немесе тақтай AB , оны кемерге параллель орнатады. Лекалоның дұрыс жатқандығын, бір катетіне деңгей орнатылған үшбұрыш арқылы көз жеткізуге болады.

Бағыттаушы тақтай (130 б-суретті қараңыз) қазықтарға қағылған, оның жоғарғы қыры B жобалық көлбеулікке AB' дәл келеді. Бағыттаушы тақтайды орнату үшін үшбұрыш пайдаланылады.

Жұмыс көлемі үлкен болған жағдайда, шұңқыр кемері арнаулы тегістеуші машиналармен тазаланады.

§ 15.7 ЭКСКАВАТОР ЖҰМЫСЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ІСТЕРМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

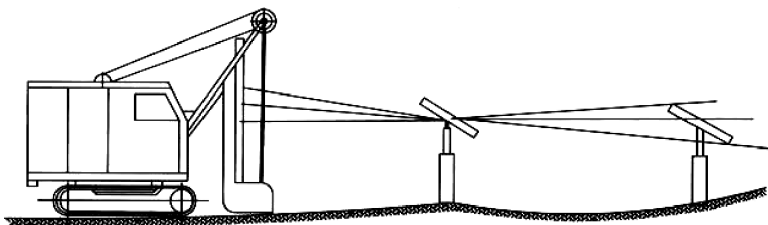
Қазаншұңқырларды немесе терең қазындыларды, жер бетінде қазу осьтерін және қазу шекараларын белдемелермен (поперечников) белгілеп алғаннан кейін, жер қазу машиналарымен қазады. Шұңқыр кемерінің орналасу жағдайын шаблонмен анықтап алғаннан кейін, табанын жобалық биіктікпен дәл келетіндей етіп, траншеяны бағыттағышпен бекітеді. Мұндай траншеяларды көбінесе шөмішті экскаватормен қазады. Бағыттаушы траншеялардың арасы 50-60 м болады. Траншеялар жер қазушы машиналардың жұмысын жеңілдетіп, кемерді артық немесе кем қазуға жол бермей сапасын арттырды.

Терең қазаншұңқырларды бірнеше қабат (горизонт) тепкішек іспетті етіп қазады.

Терең шұңқырлардың төменгі жиектерін жер қазушы машиналармен қазу кезінде жер бетіне тек қана оның төменгі қабатының төменгі жиектерін қадалайды.

Қазаншұңқырдың жобалық деңгейін нивелирлеумен екі рет тексереді: төменгі қабатты қазу алдында және соңғы рет шұңқыр табанын тазалау кезінде. Рейкалық нүктелерді қазықтармен бекітеді де, оларға қанша қазу керек екендігі жазылып қойылады.

Егер терең қазаншұңқыр немесе терең қазу тура шөмішті экскаватормен қазылатын болса, онда жер бетінде төскей беттің (забой) кемер сызығымен қиылысу сызығын қадалайды, сонда кемерді артық қазуға жол берілмейді. Бұл сызықты қадалаған соң, экскаватордың жерге әр кіріп шығуы жер бетінде белгіленбейді. Экскаватордың қазу кезіндегі әр жерге орын ауыстыруы, оның жұмыс өлшемдеріне байланысты: үшкілінің (стрела) ұзындығына,



131-сурет. Экскаватордың жұмысын бақылау тәсімі

1 – бақылаушы көздегіші; 2 – жылжымалы көздегіші; 3 – кесу (қазу) мөлшері

шөміш көлеміне, биіктігіне, тереңдігіне, кесу радиусына және басқаларға байланысты.

Егер шұңқыр, оның сыртында орналасқан драглайнмен қазылатын болса (төскей бет алдында емес), онда төменгі жиегін жер бетінде алдын ала (драглайн жұмысты бастамас бұрын) қадалайды. Себебі, шөмішпен алаңнан кемерге қарай тарта қазуда топырақты артық алуға жол бермейді, яғни бақылап отыруға ыңғайлы.

Қазу көлемі аз болғанда шұңқыр табанын және кемерін қолмен тазалауға болады, ал үлкен көлемді жұмыс болса, бульдозермен немесе арнаулы тегістегіш машиналармен атқарылады.

Жер қазу жұмыстарын механизациялауды арттыру мақсатында әртүрлі жабдықтар қолданылып, жүйелі түрде төскей беттің тереңдігін бақылап отыруға мүмкіндік туғызады. 131-суретте тура шөмішті экскаватордың жұмыс істеу тәсімі берілген, мұнда төскей бет тереңдігі жеке көздегіш құрылғысының көмегімен бақыланылады.

Бақылау көздегіші (1) болып, қызыл бояумен шөміш ұстағышына салынған жазық сызық саналады. Жылжымалы көздегіш (2) болып, кәдімгі ағаштан жасалған көздегіш саналады, оны биіктігі анықталып қағылған қазық үстіне немесе тазаланған жерге қағылған қазық үстіне орнатады. Бақылау және жылжымалы көздегіштердің (3) көмегімен қанша қазу немесе қаншу үю керек екендігі анықталады.

Кері шөмішпен жабдықталған экскаватор немесе драглайнмен қазу тереңдігін, әртүрлі құрылымды тереңдік өлшегіштермен бақылап отырады. Мұндай аспаптардың жұмыс істеуі, ол – экскаватор үшкілінің ұзындығы тұрақтылығы және шөміш ұстағышының, шынжыр табан деңгейінің өзгерулері, үшкіл қозғалысының бұрыштық шамаларының бір-біріне пропорционалдығына негізделген.

§ 15.8 Қазаншұңқырларды қазудағы жұмыс көлемін есептеу

Қазаншұңқырды аршымас бұрын, ондағы жұмыс көлемін есептеу үшін, қима биіктігі 0,5-1 м, 1:500-1:1000 масштабтағы топографиялық пландар қолданылады. Қазылатын шұңқырдағы көлемді есептеу үшін, план үстіне шұңқырдың контурын салады да салынбақшы ғимараттың құрылыс осьтерінің қиылысу

нүктелері және бұрыштарының жұмыс істеу биіктіктерін анықтайды. Шұңқыр табанының жобалық биіктіктері және кемер көлбеулігін пайдаланып, ұзынабойлық және көлденең осьтері бойынша профильдерін салады. Көлем есептеуді жеңілдету мақсатында профильдердің жазық және тік масштабтарын тең қылып алады. Бірақ аршу алдында іс жүзіндегі жұмыс көлемін шаршы торы арқылы жүргізілген геометриялық нивелирлеу нәтижесімен анықтайды. Шұңқырды қарапайым геометриялық пішіндерге бөліп, әр пішін үшін көлденең және ұзынабойлық және жобалық кемер көлбеуліктерін есепке ала отырып, көлемін есептейді.

Шұңқырдан қазып алынған топырақ көлемін мына формула арқылы есептейді:

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} l, \quad (186)$$

мұндағы, F_1 және F_2 – шұңқыр көлденең қималарының ауданы;
 l – қималар арасындағы қашықтық.

Бірақ (186) формуламен есептелінген көлем жуық мәнді және ылғи нақтылы мәнінен артық болып шығады. Сондықтан үлкен көлемді жер қыртысының көлемін дәл өлшеу үшін басқа формула қолданылады:

$$V = \left[F + \frac{m(H_1 - H_2)^2}{12} \right] \cdot l \quad (187)$$

мұндағы, F – шұңқырдың орташа көлденең қимасы (трапеция);

$$H_1 \text{ және } H_2 \text{ – трапеция биіктіктері, ал } \frac{m(H_1 - H_2)^2}{12} \text{ – m}$$

кемер көлбеулігінің құділамалығына түзету (егер оның шамасы, көлем өлшеу дәлдігінен артық болмаса, бұл түзетуді есепке алмаса да болады).

Жер қойнауынан шыққан массаның көлемін есептеуде қопсу шамасын есепке алады. Қазып алынған топырақ V_p және жер қойнауында жатқан масса V_e арасындағы байланыс төмендегі формуламен өрнектелуі мүмкін:

$$V_p = V_e \left(1 + \frac{K}{100} \right), \quad (188)$$

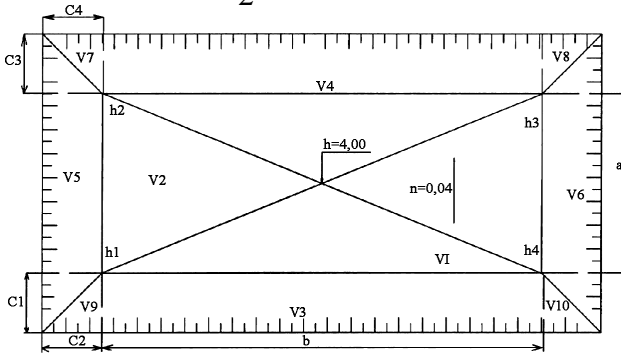
мұндағы K – қопсу коэффициенті, %.

Мысал. Қазаншұңқыр қазу кезіндегі топырақ көлемін анықтау керек, егер шұңқыр табанының өлшемі $b \cdot a = 60 \cdot 12$ м, диагональдарының қиылысу нүктесіндегі тереңдігі $h = 4$ м, кемер қатынасы $1:m = 1:0,67$, шұңқырдың көлденең көлбеулігі $n = 0.04$ (132-сурет).

Шешуі. Шұңқыр бетінің көлденеңі көлбей орналасқан сонда, $h_1 = h_2$ және $h_3 = h_4$ деп алып формула бойынша:

$$h_1 = h_2 = h + \frac{a}{2}n = 4 + (6 \cdot 0.04) = 4.24 \text{ м};$$

$$h_3 = h_4 = h - \frac{a}{2}n = 4 - (6 \cdot 0,04) = 3,76 \text{ м}.$$



132-сурет. Шұңқыр бойынша жер көлемін есептеу тәсімі

Жалпы көлемді анықтау үшін, шұңқырды бірнеше бөлікке бөледі, олардың көлемдері $v_1, v_2, v_3, \dots, v_{10}$.

Шұңқырдың ұзынабойлық көлбеулігі болмағандықтан, көлденең көлбеулігін есепке ала отырып, кемердің төрт салындысын C_1, C_2, C_3 және C_4 формула арқылы анықтайды:

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= \frac{h_1}{\frac{1}{m} - n} = \frac{mh_1}{1 - mn}; & C_2 &= \frac{h_1}{\frac{1}{m}} = mh_1; \\ C_3 &= \frac{h_3}{\frac{1}{m} + n} = \frac{mh_3}{1 + mn}; & C_4 &= \frac{h_4}{\frac{1}{m}} = mh_4. \end{aligned} \right\} (189)$$

Салындылардың сандық мәндері: $C_1 = 2,92 \text{ м}$; $C_2 = 2,84 \text{ м}$ $C_3 = 2,46 \text{ м}$; $C_4 = 2,52 \text{ м}$.

Әр элементтің көлемдерін анықтау. Шұңқыр табанында орналасқан v_1 , v_2 көлемдерін қиылған үшбұрышты призмалардың формуласымен есептейді:

$$v_1 = \frac{ab}{2} \left(\frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} \right) = \frac{12 \cdot 60}{2} \left(\frac{4.24 + 4.24 + 3.76}{3} \right) = 1469 \text{ м}^3;$$

$$v_2 = \frac{ab}{2} \left(\frac{h_1 + h_2 + h_3}{3} \right) = \frac{12 \cdot 60}{2} \left(\frac{4.24 + 3.76 + 3.76}{3} \right) = 1411 \text{ м}^3.$$

Шұңқыр кемерінің көлденең қабырғалары жағындағы v_3 , v_4 көлемдерін, қиылған үшбұрышты призмалардың формуласымен есептейді:

$$v_3 = \frac{h_1 C_1}{2} b = \frac{4.24 \cdot 2.92}{2} 60 = 371 \text{ м}^3;$$

$$v_4 = \frac{h_3 C_3}{2} b = \frac{3.76 \cdot 2.46}{2} 60 = 278 \text{ м}^3.$$

Шұңқыр кемерінің көлденең қабырғалары жағындағы v_5 , v_6 көлемдерін қиылған үшбұрышты призмалардың формуласымен есептейді:

$$v_5 = v_6 = \left(\frac{h_1 C_2}{2} + \frac{h_3 C_4}{2} \right) a = \left(\frac{4.24 \cdot 2.84}{2} + \frac{3.76 \cdot 2.52}{2} \right) 6 = 65 \text{ м}^3.$$

Шұңқыр бұрыштарында орналасқан v_7, \dots, v_{10} көлемдерін төртбұрышты пирамида формуласымен есептейді:

$$v_7 = v_8 = \frac{C_3 C_4 h_3}{3} = \frac{2.46 \cdot 2.52 \cdot 3.76}{3} \approx 8 \text{ м}^3;$$

$$v_9 = v_{10} = \frac{C_1 C_2 h_1}{3} = \frac{2.92 \cdot 2.84 \cdot 4.24}{3} \approx 12 \text{ м}^3.$$

Көрініп тұрғандай v_7, \dots, v_{10} көлемдері іс жүзінде өте аз, сондықтан оларды есепке аламаса да болады (жалпы көлемнің 1% аспайды).

Сонымен шұңқырдан қазып алынған жер массасының көлемі мынаған тең болады:

$$V = v_1 + v_2 + \dots + v_{10} = 3700 \text{ м}^3.$$

Жер асты құрылыстарында жер қазу көлемін есептеудің өзіндік ерекшеліктері бар, олар – кейбір жағдайларда үймеге тасымалданатын артық топырақ көлемін есептеуді талап етеді. Осы ретте келесі мысалды қарастырайық.

3.3-кесте.

Топырақ көлемін есептеу журналы

Бекет-тер	Жұмыс биіктіктері, h, м	Орташа жұмыс биіктіктері h_{op} , м	Орташа аудан, F_{op} , м ²	Түзетулер, δ , м ²	F_p , м ²	v, м ³
11	3,5	3,42	14,67	-	14,67	1467
12	3,35	3,73	16,86	0,04	16,9	1690
13	4,1	4,05	19,28	-	19,28	1928
14	4	4,25	20,87	0,02	20,89	2089
15	4,5	4,4	22,09	-	22,69	2209
16	4,3	4,4	22,09	-	22,09	2209
17	4,5	4,25	20,87	0,02	20,89	2089
18	4	3,3	13,86	0,12	13,98	1398
19	2,6	2,87	11,11	0,03	11,14	1114
20	3,15	3,38	14,4	0,01	14,41	1441
21	3,6	-	-	-	-	-

БАРЛЫҒЫ

17 634

Мысал. Канализациондық коллектор орналасатын траншеяны қазудағы жер көлемін анықтау керек. Коллектор темірбетоннан жасалған, диаметрі $d = 720$ мм; қабырғаларының қалыңдығы $t = 60$ мм; құдықтың сыртқы диаметрі $d = 1410$ мм; коллектордың ұзындығы $L = 1000$ м; құдықтардың арасы 100 м. Траншея қабырғалары бекітілмейді, одан алынған топырақ бірден үймеге тасылды. Топырақ суглиноктан тұрады. Тапсырманы орындау үшін, траншеяның ұзынабойлық профилін салады (133-сурет).

h_{op} орташа биіктік төмендегі формуламен есептелген:

$$h_{op} = \frac{h_1 + h_2}{2}; \quad (190)$$

әр бекеттегі көлденең қималардың орташа ауданы

$$F_{op} = (b + mh) h, \quad (191)$$

мұндағы, $b = d + l = 1.72$ – траншеяның табан ені (мұнда кемер көлбеулігінің коэффициенті $m = 0,75$ және $d = 0.72$ м;

Кемер көлбеулігінің коэффициенті m болғандағы δ түзетуі төмендегі формуламен есептеледі:

$$\delta = \frac{h_1 + h_2}{2}, \quad (192)$$

δ түзетуі көрініп тұрғандай, ылғи оң мәнді.

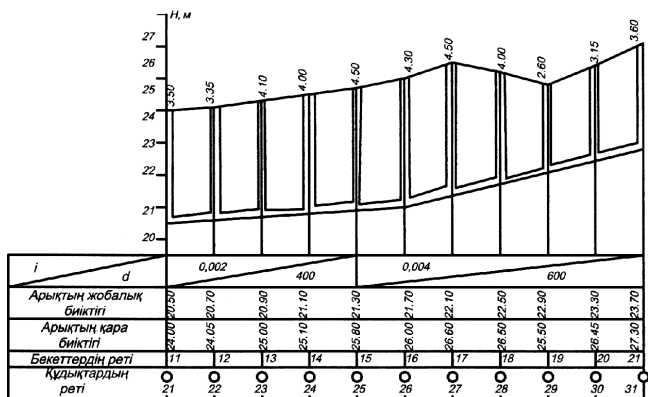
14-кестедегі көлем өлшеу формулалары төменде берілген:

F_p ауданы түзетулерді есепке ала отырып, төмендегі формуламен есептейді:

$$F_p = F_{op} + \delta; \quad (193)$$

Траншеяның бекеттер аралық участоктері бойынша төмендегі формуламен есептеледі:

$$v = F_p l, \quad (194)$$



133-сурет. Канализациондық коллектордың ұзынабойлық профилі

мұндағы, l – бекетаралық ұзындық 100 м.

Сонымен, канализациондық коллекторды жерге көму үшін көлемі $17\ 634\ м^3$ жер қазу керек екен. Бірақ жер қазу жұмысының балансын анықтау үшін жерге қайта көмуге керекті V_0 шамалы топырақ қалдырылады, оның үстіне қопсу коэффициентін есепке алу керек. Қопсу коэффициентін «Жалпыға бірдей норма және бағалау» (ЕНиР) бойынша суглинок үшін $K = 1,05$, сонда

$$V_0 = \frac{V - V_m - V_k}{K_p}, \quad (195)$$

мұндағы, V – траншеядан экскаватормен қазылып алынатын жалпы көлем;

V_k, V_m – ретімен, құдық пен құбыр орындарының топырақтары;

V_m көлемі барлық L ұзындықты участок үшін төмендегі формуламен есептелуі мүмкін:

$$V_m = \frac{\pi d^2}{4} (L - n d_k) K_p, \quad (196)$$

мұндағы, d – коллектор құбырының диаметрі (720 мм);

d_k – құдықтар арасындағы интервал;

n – құдықтар арасындағы интервал саны;

K_p – құбырларды жалғау, бұру тұстарындағы

кеңейтуде қолданылатын коэффициент $K_p = 1,05$.

(196) формуласына мәндерін қойып алатынымыз:

$$V_m = \frac{3,14 \cdot 0,72^2}{4} (1000 - 10 \cdot 1,41) 1,05 = 422 \text{ м}^3.$$

Құдықтың мойнын есепке ала отырып, оның алатын орнынан шығатын топырақ көлемі, биіктігі $h_2 = 0,9 \text{ м}$ және сыртқы диаметрі $d_k = 0,84 \text{ м}$ төмендегі формуламен есептеледі:

$$V_m = \frac{\pi d_H^2}{4} h_2 n + \frac{\pi d_k^2}{4} [(h_1 - h_2) + (h_2 - h_2) + \dots + (h_{11} - h_2)], \quad (197)$$

мұндағы, h_1, h_2, \dots, h_{11} – құдықтар орналасқан тұстың биіктік шамалары;

n – құдықтар саны.

(197) формуласына мәндерін қойып табатынымыз:

$$V_m = 55 \text{ м}^3$$

Сонда (195) формуласына сәйкес, кері жабу үшін керек топырақ көлемі:

$$V_0 = \frac{17634 - 422 - 55}{1,05} = 16\,340 \text{ м}^3$$

Үймеге тасылынатын топырақтың көлемі:

$$V - V_0 = V_{\text{үйме}} = 17\,634 - 16\,340 = 1294 \text{ м}^3 \text{ немесе } 7,3 \%$$

Коллектор көлбеу тұсқа (төбе қырына) келгенде, көлем өлшеуде көлденең профиль берілімдерін пайдаланады.

§ 15.9 Қазаншұңқырдың ұзынабойлық және көлденең профильдерін салу

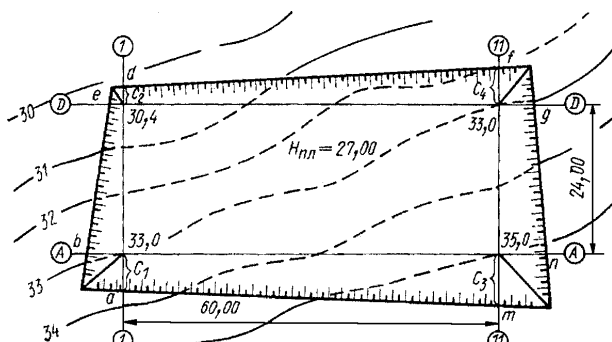
Қазаншұңқырды қадалаудағы үлкен жұмыстардың бірі, ол – қазу машиналарының жұмысты бастау және аяқтау кездеріндегі төскей бет шекарасын көрсететін жер бетінде шұңқырдың кемерін белгілеу, сонымен бірге кемердің жоба бойынша дұрыс қазылып жатқандығын бақылап отыратын әртүрлі жабдықтарды орналастыру орнын анықтау.

Кемердің жоғарғы қабағын салу үшін бастапқы берілімі болып, кәдімгі ірі масштабтағы топографиялық план саналады. Планға бас планда көрсетілген, салынбақшы ғимараттың контурын барлық сандық өлшемдерімен салады: негізгі ұзынабойлық және көлденең осьтерін, ғимарат бұрыштарының қара биіктік шамаларын, шұңқыр түбін, іргесін тегістеу биіктік шамаларын, ось аралық қашықтықтар, шұңқыр кемерінің шамалары, ұзынабойлық және көлденең көлбеуліктер және басқалары.

Шұңқырдың жоғары қабағын жер бетіне қадалау жұмысын толық қарастырып көрейік. Айталық, өндіріс ғимаратының ұзындығы 60 м, ені 24 м, бағаналар арасы 6 м. Есептеу жеңіл болу үшін шұңқыр кемері барлық жерлерінде 1:1 қатынасындай шамамен берілген. Шұңқырдың жоғары қабағын кемерімен қоса есептей отырып, контурын тегістеу биіктік шамаларына (27 м) байланысты салу керек.

Шұңқыр контурын салуды 1-1 көлденең осін салудан бастайды да, оның үстінде жатқан жоғарғы қабақ нүктелерін белгілейді (134-сурет). Ол үшін $A - A$ және 1-1 осьтерінің қиылысқан нүктесінен $C_1 = 33 - 27 = 6$ м салындысын 1-1 және $A - A$ осьтер бағыты бойымен салып, шұңқыр қабағында жатқан a және b нүктелерінің орнын табамыз. $C_2 = 30,4 - 27 = 3,4$ м салындысын 1-1 көлденең және $D-D$ ұзынабойлық осьтерінің бойымен салып d және e нүктелерін табамыз. Осыған ұқсас $C_3 = 35 - 27 = 8$ м са-

лындысын салып, m және n , $C_4 = 33 - 27 = 6$ м салып, f және g нүктелерін табады. Жоғары қабақтағы b, e, d, f, g, n, m, a нүктелерін бір-бірімен түзу сызықпен қосып, іздеп отырған кемер сызығын табады.



134-сурет. Шұңқырдың жоғары қабағын қадалау тәсімі

Жер бедері күрделі болғанда кемер сызығын толық көзге елестете алу үшін берілген кемер көлбеулігін есепке ала отырып, қосымша кемер контурының айтулы нүктелер орнын анықтайды.

Шұңқырды қазуда жер қазушы машиналар қолданатын болса, шұңқырдың жоғары қабақ нүктелерінің орнын қазықтармен бекітеді де, олардың арасын жіңішке арықшалармен қосып белгілейді.

§ 15.10 Фундаменттерді қадалау

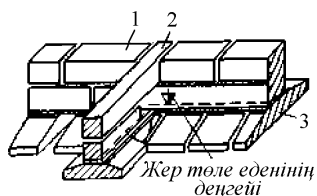
Фундаментті жоба бойынша дұрыс салу, ғимаратты тұрғызу және монтаждау жұмыстарының сапасын арттырады және әрі қарай оны жалғастырудағы ең жауапты технологиялық жұмыстардың бірі. Фундамент салудағы қателіктер, ғимарат беріктігін әлсіретеді немесе кейбір жағдайда оның бұзылуына себепші болады. Сондықтан пландық және биіктік қадалау жұмыстарының дәлдігін қатаң сақтау керек. Фундамент салудағы қадалау жұмыстарының ең көп тараған түрін қарастырып көрелік.

Құрастырмалы созылмалы (ленточные) фундаментті монтаждаудағы қадалау жұмыстары. Созылмалы фундамент құрылысы жағынан екі негізгі түрге бөлінеді: бүтін қабырға астына тиянақ ретінде салынатын фундамент (ленталық фундамент)

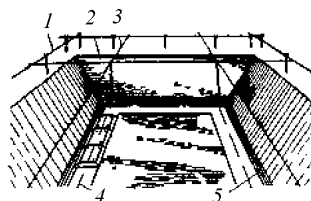
және үлкен салмақ түсетін тұстардағы бағаналардың астына тиянақ ретінде салынатын фундамент.

Көтермелі қабырғалардың астына салынатын ленталық фундаменттің ең көп тараған түрі – сыртқы қабырғалар блогінен (1), ішкі қабырғалар блогінен (2) және блок-жастықтан (3) тұратын құрамалы фундамент (135-сурет).

Темірбетон блоқты құрастырып салу үшін мұнаралық көтергіш кранды пайдаланады. Кран ағаш шпалдар үстіне салынған темір жол рельстері арқылы жылжиды, осьтер арасы – 0,5 м.



135-сурет. Ленталық фундаменттің блоктары



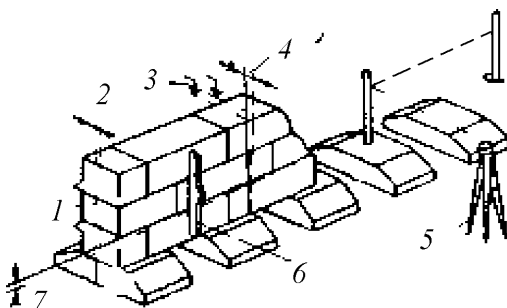
136-сурет. Құрамалы созылмалы фундаментті монтаждаудың қадалау тәсімі

Жер бетінде кранның жылжу осін қадалайды да, одан өлшеу арқылы рельстің пландық жағдайы анықталады. Шпалдарды салу үшін жерді тегістейді, кран тегіс, көлбеулігі жоқ рельспен жылжуы керек. Оны нивелирлеу арқылы іске асыруға болады. Қатар салынған рельстердің жобалық енінен, рельс төбесінің жазық жазықтықтан ауытқуы ± 2 мм аспауы керек.

Құрамалы созылмалы фундаментті монтаждауды келесі ретпен орындайды (136-сурет).

Шұңқыр немесе траншея түбін соңғы рет тазалап шыққаннан кейін блок-жастық астына құм төсейді де, көздегіш арқылы бақылай отырып, таптайды. Осьтердің бағытын белгілеу үшін тұғыр үстіне сым тартады. Монтаждауды ғимарат бұрыштарына бірқатар блоктарды салудан бастайды, әрі қарай олардың арасына 15-20 м сайын, бақылаушы (маяктық) блоктарды салады (қалайды). Бұрыштық және бақылаушы блоктардың арасына фундамент сызығымен, фундамент қырынан 5 мм қалдырып, жағалық сым (проволку-причалку) тартады да, осы сым бойымен қалған блоктарды салады.

Бақылаушы блоктарды қоюмен бірге, оларды үстіңгі осьтік сызығы бойымен үстіне рейка қойып нивелирлейді.



137-сурет. Ірі блоктардан жасалған құрама фундаменттің қалануын, берілген шектеулерімен тексеру тәсімі.

1 – жік арасының қалыңдығы, 20 мм; 2 – фундамент осьтерінің ауытқуы, 10 мм; 3 – фундамент қиылысу шамасының ауытқуы, 15 мм; 4 – фундамент қабатының тік жазықтықтан ауытқуы, 10 мм; 5 – фундаменттің төменгі қабатын нивелирмен түзету; 6 – жер асты қабатының ішкі жағын түзету; 7 – қалау қабатының жазық жазықтықтан ауытқуы, әр 10 метрге, 20 мм

Блоктарды қалап болған соң, олардың арасын цемент лаймен толтырып сылап және гидроизоляция (су өткізбейтін қабат) жасайды.

Ленталық фундаментті салғанда ғимарат ішіне кіретін жер асты тораптарына есік қалдырады, олардың орналасу жағдайларын ұзынабойлық және көлденең құрылыс осьтерінен бастап белгілейді. Коммуникация торабының кіру биіктігін жұмыс реперлерінен анықтайды, ал дайын фундаменттер үшін, тораптарды кіргізу биіктігі оның жоғарғы жиегінен анықталады.

Егер ғимаратта жер асты қабаты қаралған болса, онда гидроизоляция және фундаментті тексеріп болған соң, биіктігіне сай, қабырғаларының бұрыштық және маяқтық блоктарды қою орындары қадаланады. Әрі қарай жағалық-сым тартып, соның бойымен қалған блоктардың астына арнаулы лай-қоспа жайып, қалайды. Қатар арасындағы тік жармаларын лай-қоспамен толтырады.

Ірі блоктардан салынған құрама фундаменттің түзу салынғандығын тексеру кезінде, оның жобалық жағдайынан ауытқуы СНиП –В-4-97 талаптарынан аспауы керек (137-сурет).

Ірі блоктардан жасалған құрама фундаментті салып болғаннан кейін, орындалған жұмыстың тәсімі жасалады, онда құрылыс торының жобалық және нақтылы осьтер арасындағы өлшемдері, фундаменттің жоғарғы жағының жобалық және нақтылы биіктік шамалары, т.б. көрсетіледі.

Темірбетон монолиттен жасалған ленталық фундаментті қадалау. Мұндай фундаменттердің жобалық орналасуы тұғырларға бекітілген құрылыс осьтерінен бастап қадаланып, қалыптың көмегімен салынады. Алдымен қалыптың төменгі қалқандары орнатылады да, тексеріліп, бекітілген соң қалғаны орнатылады (138-сурет). Қалып ішіне бетон лайды құймас бұрын, оның пландық және биіктік орналасу жағдайларын тексереді.

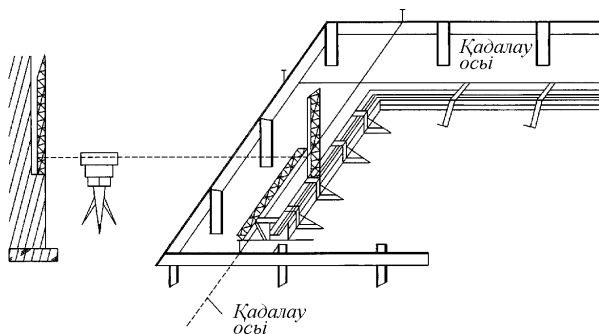
Фундаменттің жоғарғы жобалық биіктігін қалап үстіне шеге қағып белгілейді, ал оның пландық орналасу жағдайын қадалау осьтерінен тексереді. Қалыпқа биіктік шамасын беру, екі жұмыс реперлерінен атқарылады.

Жобалық биіктіктері белгілі екі нүкте арасында бетон лай қоспаны жаюды, олардың арасында шеге арқылы жіп тартып жасауға болады.

Фундамент беті жазық, тегіс болуы үшін, нивелирді пайдаланып әлі кеппеген бетон қоспаға, жобалық биіктікке дейін арматура салып бақылап отыруға болады. Кепкеннен соң, арматура бетін бетон қоспамен сылап жібереді.

Фундаментті бетондап болған соң, осьтер арасында тексеру өлшемдерін және фундаменттің жоғарғы жағын (бетін) нивелирлеу арқылы тексереді. Тексеріс өлшемдерінің нәтижесінде, істелген жұмыстың орындалу тәсімін жасап, онда жобалық берілімдерден ауытқулары көрсетіледі.

СНиП талаптарына сай, қалыпты орнатудағы ауытқулар келесі шамалардан аспаулары керек. Қалып осьтерінің жобалық бағытынан ауысуы: фундаменттікі – 15 мм; қабырғалар мен бағаналардікі – 8 мм; балкалар, белдеулер және аркалардікі – 10 мм.



138-сурет. Таспалы фундаментті қадалау тәсімі

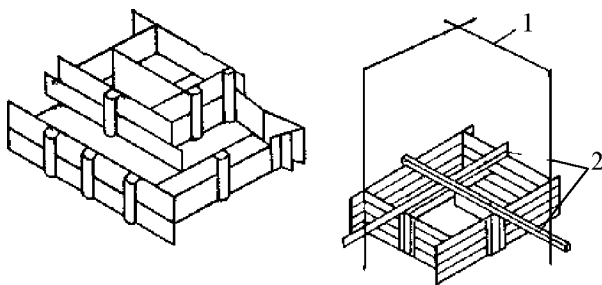
Қалып жазықтығының тік жағдайынан немесе жобалық көлбеулігінен ауытқуы, 1 метр биіктікке 5 мм, бірақ барлық құрылым биіктігіне 20 мм аспауы керек.

Кірпіштен қаланылатын қабырғалар астына фундамент салудағы оның жоғары жағының жобалық биіктіктен ауытқуын, қалау кезіндегі жіктерін лай-қоспамен қалыңдату немесе жұқа салу арқылы реттеуге болады.

Бағаналар астына темірбетонды фундаментті салу (қалдалау). Бағаналар астына салатын темірбетонды фундаменттің үш түрі бар: монолитті бағаналар астына монолитті фундамент; құрама бағаналар астына монолитті фундамент және құрама колонналар астына құрама фундаменттер.

Биіктігі 35 см артық фундаменттерді сатылап (тепкішек іспеттес) салады, мұнда монолитті фундамент сатыларының үсті жазық, ал құрама фундаменттердікі көлбеу.

Монолитті бетоннан фундаментті қалып арқылы салады, қалып бірінің үстіне бірі қойылатын жеке-жеке тақтайдан жасалған қалқан-қорап (139-сурет). Қалқан-қорапты пландық орнына құрылыс осьтерін бекіткен нүктеден түсірілген тіктеуіш арқылы тұрғызады. Соңғы рет тексеріп, дұрыстығына көз жеткізгеннен соң, қорапты мықтап бекітеді. Қораптың қабырғасына жобалық биіктік шамасын шығарып қояды.



139-сурет. Бағананы орнатуға арналған қалып

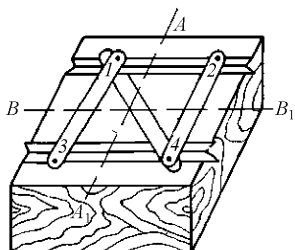
1 – сым-темір; 2 – рейка

Бағана астындағы фундаментті жобалық биіктігіне біршама жеткізбей құяды, себебі жобалық биіктігі тура болуы үшін, бетонлайды бақылай отырып құяды да, тура биіктік шамасына келтіреді. Егер фундамент көп төмен құйылса, онда бағананың табан астына, сондай қалыңдықты темір пластинка қойылуы мүмкін.

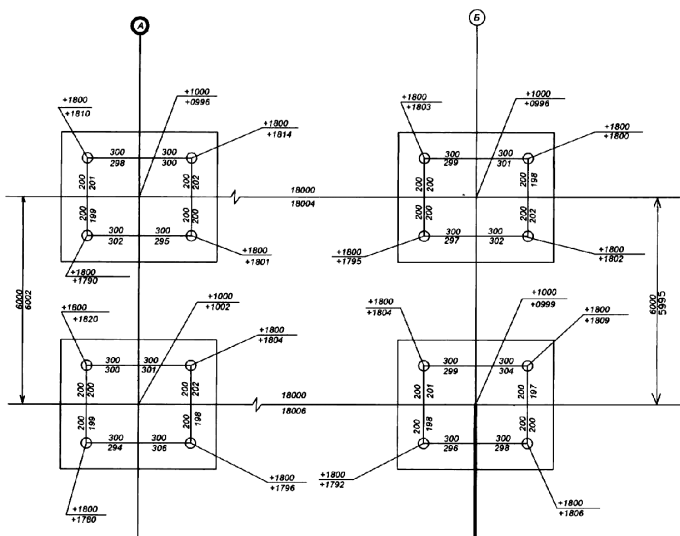
Монолитті фундамент үстіне бағананы қою үшін, фундамент үстіне ұзынабойлық және көлденең құрылыс осьтерін белгілейді немесе алдын ала қойылған құрсау шегеге, пластинкаға сызып көрсетеді (салады).

Егер фундамент үстінде башмақты металл бағана орнатылып, анкерлік болттармен бекітілетін болса, онда болттарды алдын ала бетонға бекітіп, тексеріп, бетон-қоспа кепкенше күтеді.

Анкерлік болттардың AA_1 және BB_1 кадалау осьтеріне қарағандағы орналасулары кондуктор деп аталатын анкерлік болттар кіретін 1, 2, 3 және 4 тесігі бар, қатты металдан жасалған жабдық арқылы іске асады (140-сурет). Анкерлік болттың жоғарғы жағында резбасы бар, оған гайка бұралуы керек, ал жобалық жағдайы сол гайка арқылы нивелирдің көмегімен реттеледі.



140-сурет. Анкерлік болттарды орнататын кондуктор



141-сурет. Колонна астына фундамент салуды тексеру тәсімі

Технологиялық жабдықтарды орнату үшін салынатын фундаменттердің анкерлік болттарын барлық биіктігіне бетондамай,

оларды құдық деп аталатын қуыс қалдыра отырып бетондайды. Бұл құдықтар, бағананы орнатқанда, оны еңкейте қозғап, бағыттап, керекті бағытта колоннаны орналастыруға мүмкіндік туғызады. Бағананы тексеріп, түзеткеннен кейін құдыққа бетон құйып колонна табанын қоса бекітеді.

Анкерлік болттарды орнатып болған соң, орындалған жұмыстың екі рет тәсімін жасайды: орнатуға дейін және орнатып болғаннан кейін. Тәсімде болттардың жобалық шамадан пландық және биіктік ауытқулары көрсетіледі. Тәсімге болттардың және бағана астындағы бетонның жоғары жақтарының биіктік шамалары жазылған кесте беріледі.

Бағананы орнату план бойынша жоғары дәлдікте өтетіндіктен (± 5 мм), осьтерді шығаруда аспапты центрлеу және редуция қателері нөлге жақын болуы керек. Фундаментті орнатудағы тексеріс, яғни орындалған жұмыстың тәсімі 141-суретте көрсетілген.

Құрама бағаналар астына құрама фундаментті салу (қадалау). Іс жүзінде болат бағаналарды, құрама темірбетон бағаналармен ауыстырады. Құрама бағаналарды орнататын құрама фундаметтерді қадалауды тұғырға бекітілген ұзынабойлық және көлденең құрылыс осьтер арасына сым тартудан бастайды. Осьтердің қиылысқан тұсын тіктеуіш арқылы шұңқырдың табанына түсіреді де, фундамент үшбұрышының орындарын қазықтармен белгілейді. Қазықтардың орнына фундамент жастықшасының типтік өлшемдері бойынша дайындалған шаблондарды пайдалануға болады. Шаблонның центрін бағана осьтерінің қиылысу нүктесімен дәл келтіре орналастырады. Блокты қаламай тұрып, жер бетін тегістеп құмды немесе бетондап жобалық биіктік деңгейіне келтіреді. Кранмен жеткізілген фундаменттік блокты 0,2 – 0,3 м биіктікте қалайтын жерге жақындатып, жобалық орнына дәл орнатуға тырысады. Осьтері бойынша дәл орнатуды кран құрсауынан босатқаннан соң қолдай атқарады.

Құрама фундаменттің ең көп тараған түрі – *стакан типтес (стаканного типа) блок*. Стаканның геометриялық өлшемдерін шаблон арқылы тексереді.

Бағананы орнатар алдында стаканның түбін нивелирлейді және стаканға құйылатын бетон-лайдың қалыңдығын анықтайды. Себебі бағана ұзындығы жобалық шамасынан ұзын немсе қысқа дайындалған болуы мүмкін. Сондықтан стакан түбінің биіктік

шамасын 50-60 мм төмен алады. Бағананың башмағын жобалық биіктікке бетон-лайды стаканға реттеп құйып келтіреді.

Құрама темірбетон блоктардан дайындалған фундаменттер үшін келесі шектік шамалар қаралады:

Стаканды фундамент және блоктардың қадалау осьтерінен ауытқуы:

- жоғары қатар үшін ± 10 мм;

- төменгі қатар үшін ± 20 мм.

Ғимарат фундамент стаканының ішкі өлшемдерінің ауытқуы (ұзындығы, ені):

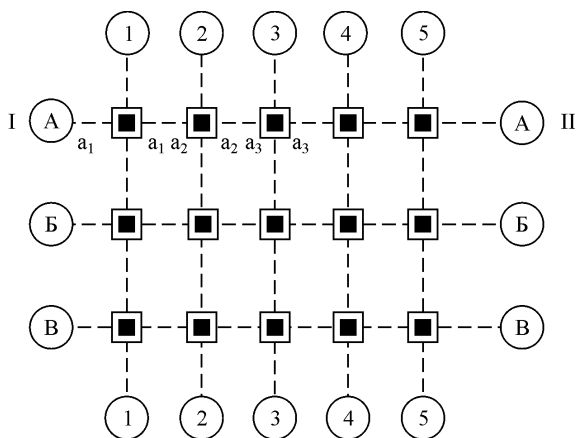
- бірқабатты ғимарат үшін, ± 20 мм;

- көпқабатты ғимарат үшін, ± 15 мм.

§ 15.11 Құрылыс осьтерін фундаментке шығару

Бағаналарды және құрылыстың қаланбақшы бөліктерін орнатар алдында олардың фундаментерінің пландық және биіктік орындарын тексеріп алады. Бұл тексеріс қалай да жүргізілуі керек, себебі фундаментті дұрыс және дәл қадалаудан алдағы істелетін құрылыс-монтаждау жұмыстарының сапасы артып, екпінді жұмыс істеуге мүмкіндік туады. Пландық тексеріс дегеніміз – фундамент үстіне құрылымның ұзынабойлық және көлденең осьтерінің белгілеу және бағана аралық қашықтықтарды, белдемелердің (пролет) ұзындық өлшемдерін тексеру. Тексеру мәні төменгі ретпен жүргізіледі.

Айталық, *A-A*, *B-B* және *B-B* ұзынабойлық және *1-1*, *2-2*, *3-3* көлденең осьтері және жеке фундаменттер қатары бар (142-сурет). Қатар тұрған тұрақты бекітілген *I* нүкте үстіне теодолит орнатып, дүрбіні *A-A* осін бекітетін *II* нүктеге бағыттайды. Әрі қарай барлық фундаментке a_1 , a_1' , a_2 , a_2' ... нүктелерін сызып белгілейді. Егер фундаментті дайындағанда оның ішіне қоса бетондалған детальдары болса, сызықты соған салуға болады. Әр фундаментте әр жұп a_1 , a_1' , a_2 , a_2' ... нүктелерін түзу сызықпен фундамент үстінде немесе стакан қырында ізі қалатындай етіп қосады. Әрі қарай теодолитті *B-B* осі қатарына қойып, жоғарыдағыдай фундаментке осьтерді сызады және көлденең осьтерді белгілеуді де осылай атқарады.



142-сурет. Бағана фундаментінің осін тексеру тәсімі

Фундамент үстінде осьтерді алдымен бір бағытта, әрі қарай біріншісіне перпендикуляр бағытта шығарады. Осьтерді фундамент үстіне үшкір сайманмен сызып белгілейді де, майлы бояумен бояп қояды.

Жоғарыда келтірілген құрама фундаменттің пландық орналасу жағдайларын тексеруді фундамент қатарының ұзындығы 120-150 м болған жағдайда жүргізген тиімді болады. Фундамент ұзындығы үлкен болған жағдайда бірнеше бөлікке бөліп, көздеу сәулесінің 150 м аспағанын қадағалайды. Тексеріс нәтижесін, орындалған жұмыстың тәсімін салумен аяқтайды (141-сурет).

Бақылау сұрақтары:

1. Құрылыстың жер асты бөлігіндегі геодезиялық жұмыстарды атаңыз.
2. Құрылыстың негізгі осьтері дегеніміз не?
3. Тұғыр дегеніміз не?
4. Тұғырдың түрлерін атаңыз.
5. Құрылыс осьтерін қалай бекітеді?
6. Фундаментті қалай қадалайды?
7. Жер асты қабаттарын қадалау қалай іске асады?
8. Жер асты инженерлік тораптарын қалай планға қалай түсіреді?
9. Қазна шұңқырды қандай әдіспен түсіреді?
10. Жұмыс көлемін қалай анықтайды?

XVI тарау

ҒИМАРАТТАР МЕН ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ ЖЕР БЕТІ БӨЛІКТЕРІН САЛУДАҒЫ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

§ 16.1 Жер бетіндегі құрылыс-монтаждау жұмыстарының құрамы

Алдағы параграфтар ғимараттың жер асты бөліктерін геодезиялық іспен қамтамасыз ету әдістеріне арналған. Ал бұл тараудағы жұмыс, құрылыс осьтерін және биіктік шамаларын салынбақшы құрылыс фундаментінің үстіне шығарумен аяқталады.

Геометриялық нивелирлеу арқылы ғимараттың тік тұрғызылатын бөлігінің *нөлдік деңгейі* құрылады, бұл деңгей бірінші қабаттың «таза едендік» (чистого пола) деңгейі болып есептелмейді. Таза едендік деңгей ғимараттың тік тұрғызылатын бөлігінен және жер асты бөлігін жабу жазықтығынан біршама жоғары орналасады. Сондықтан шартты деңгей биіктігін нивелирмен шығарады, іс жүзінде оны *бастапқы деңгей* деп атайды да, оның үстіне *пландық қадалау торы* құрылады. Бұл тордың қосындары ғимаратты тұрғызу кезінде монтаждау қабатына координаталар беру үшін, тірек қосындары ретінде пайдаланылады. *Монтаждау қабаты* деп монтаждальмақшы құрылым элементтерінің төменгі жақ табанындағы шартты жазықтықты атайды.

Пландық тірек қадалау торы тек қана жер асты қабатының төбесінде ғана емес, фундамент блоктарында немесе оның бетондалған тұстарында да құрыла береді. Жер үсті құрылыс-монтаждау құрамына келесі негізгі жұмыстар кіреді:

- тастан қалау немесе сыртқы және ішкі қабырғаларды терезелерін, балкондарын, санитарлық-техникалық, желдеткіштерін және есік жақтауларын тұрғыза монтаждау;

- қабатаралық төбесін жабу, арасын бөлу, баспалдақтарды салу, сонымен бірге шатырдың, төбесінің құрама элементтерін монтаждау;

- лифттерді, санитарлық-техникалық бөліктерді және жабдықтарды, қоқыс шығарғышты, газ құбырын, ішкі сумен қамтамасыз ету құбырларын, канализацияны және арнаулы істерге арналған құбырларды монтаждау;

- электр сымдарын, төменгі вольтті, радио және теле желілерін монтаждау;

- ақтап, әрлеу жұмыстары;

- территорияны жерұйықтау, уақытша салынған құрылымдарды, жабдықтарды құрылыс машиналарын бұзу, жинау.

Ғимараттың қабырғасын көтеру, жер асты бөлігін салудың жалғасы болып саналғанмен, жұмысты бастамас бұрын, негізгі құрылыс осьтерін бекітетін геодезиялық қосындардың сақталуын және құрылыс алаңының ішінде орналасқан, ғимараттың және құрылымның қабырғасында, фундаментінде жұмыс реперлерінің жағдайын тексеріп, дұрыс сақталғанына көз жеткізеді.

§ 16.2 Құрылыс нормалары және ережелері. Құрылыстағы геодезиялық жұмыстардың ережелері

Құрылыс нормалары және ережелері іс жүзінде құрылыс салуда және жобалауда тексеріліп, қолдануға әбден болатын, бұлжытпай орындалатын норма және ереже талаптарынан тұрады. Олар алдыңғы тәжірибелі құрылыс техникаларын енгізуге, құрылысты ұйымдастыру және механикаландыруға, құрылыс сапасын арттыруға және құрылыс өндірісін жобалауда, прогрессивті нормаларды енгізу арқылы бағасын төмендетуге, пәрменді құрылыс материалдарын қолдануға, сонымен бірге неғұрлым зауытта жасалған құрама элементтер мен конструкцияларды пайдалануға бағытталған.

Бірақ құрылыстағы геодезияның сұрақтары бүгінгі күнге дейін, «Құрылыс нормалары және ережелерінде» кеңінен көрсетілмеген. Бұл кемшілікті кейіннен шыққан СНИП толықтыра алады, дегенмен бұл шығармашылықта да геодезиялық жұмыстардың түбегейлі қаралмағанын байқауға болады.

«Құрылыс нормалары және ережелері» мәтініне кіретіндер: жалпы түсінік; құрылыс үшін геодезиялық қадалау негізі; құрылыс салу кездеріндегі геодезиялық қадалау жұмыстары; құрылыс-монтаждау жұмыстарының дәлдіктерін тексеру; ғимараттардың және құрылымдардың отыруын, жылжуын геодезиялық бақылау.

Геодезиялық қадалау негіздерінің дәлдігі

Дәлдік класы	Құрылыс нысандарының сипаттамасы	Геодезиялық қадалау негіздерін құрудағы шектік орташа квадраттық кателері		
		бұрыш- тық, с	Сызықтық	биіктікті анықтау, мм
1-0	100 га ауданды алып жатқан кешенді немесе топты ғимарат және құрылым. 100 мың м ² артық ауданды алып жатқан жеке тұрған ғимарат және құрылым	5	1/50 000	2
2-0	100 га дейінгі ауданды алып жатқан кешенді немсе топты ғимарат және құрылым. 100 мың м ² дейінгі ауданды алып жатқан жеке тұрған ғимарат және құрылым	10	1/15 000	2
3-0	10 мың м ² дейінгі ауданды алып жатқан кешенді немесе топты ғимарат және құрылым. Құрылыс салынбақшы аудан ішіндегі жолдар, жер үсті және жер асты коммуникаци- ялары	20	1/5000	3
4-0	Құрылыс салынбақшы ау- дан сыртындағы жолдар, жер үсті және жер асты коммуни- кациялары	30	1/2000	5

Ескертулер: 1. Геодезиялық қадалау негіздеріндегі базисті құру дәлдігі арнаулы есептеулермен анықталады.

2. Кейбір учасоктерде, сол нысан үшін (мысалы, құрылыстық өндірістік базалары) өлшеу және құру дәлдіктері берілмеген болса, онда төменгі дәлдікті класс шамасын қолдана беруге болады .

3. Құрылыс нысанында геодезиялық қадалау негіздерін құруды қандай дәлдік класына жатқызу керек екендігін геодезиялық жұмыстарды жүргізу жобасынан қарап анықтау болады.

Қадалау жұмыстарының дәлдігі

Дәлдік классы	Құрылыс нысандарының сипаттамасы	Қадалау жұмыстарындағы өлшеулердің шектік орташа		
		бұрыштық, с (°)	сызықтық және осьтерді биіктік бойынша ауыстыру	биіктікті анықтау, м
1-Р	14 қабаттан биік ғимарат, жабу ұзындығы 36 м және биіктігі 60 м асатын құрылыстар. Фрезерленген жанамалы бетті металл құрылымдар. Өзі бекітілетін құрама темірбетонды құрылымдар	10	1/15 000	2
2-Р	5 қабаттан артық, 14 қабатқа дейінгі ғимарат немесе жабу ұзындығы 6 дан 36 метрге дейін және 15 тен 60 м дейінгі құрылыстар. Пісірілген және болтпен жалғасқан металл және құрама темірбетонды құрылымдар. Ауыспалы және жылжымалы қалыптағы жазық және жұқа қабырғалы темірбетонды құрылымдар.	20	1/5000	2
3-Р	5 қабатқа дейінгі ғимараттар немесе жабу ені 6 м дейінгі және биіктігі 15 м дейінгі құрылыстар. Ауыспалы және жылжымалы қалыптағы монолитті темірбетонды құрылымдар.	30	1/2000	5
4-Р	Жерде орналасқан құрылыстар	30	1/1000	10

Геодезиялық қадалау негізін құру және ғимараттар мен құрылыстардың отыруын, жылжуын тапсырма беруші атқарады. Сондықтан аталған геодезиялық жұмыстар, құрылыс өндірісінің айырыламас бір бөлігі болып есептелмейтіндіктен толық қаралмайды. Геодезиялық қадалау негізінің шектік шамалары 3.4-кестеде берілген.

Құрылыс салу кезіндегі геодезиялық жұмыстар-геодезиялық негізгі тірек қосындарынан жер бетіне (құрылыс алаңына) ғимарат және құрылыс элементтерінің пландық және биіктік орналасу жағдайларын анықтайтын осьтерді және биіктік шамаларын беру болып есептеледі. 3.5-кестеде қадалау жұмыстарындағы шектік шамалар берілген.

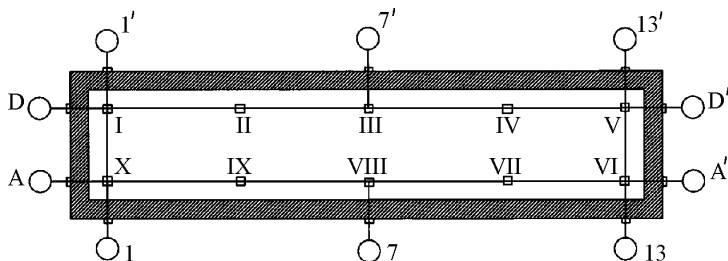
Құрылыс-монтаждау жұмыстарының дәлдігін *геодезиялық тексеру* дегеніміз – аспаптар және құрал-жабдықтардың көмегімен ғимараттар мен құрылымдардың нақтылы пландық және биіктік шамаларының жұмыс сызбаларымен дәл келуін тексеру. Мұнда өлшеу қатесі, шектік катеден 0,3 шамадан аспауы керек.

§ 16.3 Бастапқы деңгейде пландық және биіктік қадалау торын құру

Мұндай торды құру үшін орындалған жұмыс түсірісін жасайды да, онда ғимараттың және құрылыстың барлық осьтерін, қатар белгілерді, жұмыс реперлерін, бастапқы деңгейдің нақтылы биіктік шамаларын, осьтер арасындағы қашықтықтарды және т.с.с. берілімдерді көрсетеді.

Бастапқы деңгейде пландық қадалау торын құру. Пландық қадалау торының түрі және дәлдігіне, ғимараттың қабаттылығына, құрылыс биіктігіне және олардың құрылыстық шешімдеріне байланысты болады. Дегенмен негізінен торды салынбақшы ғимарат және құрылыс нобайын қайталайтын, дұрыс геометриялық пішін түрінде құрады. Тордың қабырғалары ғимарат немесе құрылыс осьтеріне параллель болулары керек, себебі сызықтық өлшемдерді құрылыс осьтерінен тікелей атқаруға немесе қадалау кезінде қатар сызықтар, полярлық және тік бұрышты координаталар әдістерін қолдануға мүмкіндігі болу керек. Тұрғын үй құрылысында қолданылатын ең көп тараған

түрі, ол – полигонометриялық жүріс негізінде салынған қадалау торы 143-суретте көрсетілген. 143-суретте бастапқы деңгейде $A, D, 1, 7, 13$ тірек қосындарына байланыстырылған, тұйықталған поигнометриялық жүріс тәсімі берілген.



143-сурет. Бастапқы деңгейде пландық тордың тірек нүктелерінің тәсімі

СНиП III-2-97 ережелеріне сәйкес, геодезиялық қадалау жұмыстарының дәлдігі, ғимараттар мен құрылыстырдың сипаттамаларына және олардың конструкцияларына байланысты қабылданады (3.5-кестеге қараңыз). 3.5-кестедегі талаптарды қамтамасыз ету үшін бастапқы деңгейдегі қадалау торын монтаждау деңгейінде құрылатын торға қарағанда, үлкен дәлдікпен құру керек.

Жоғары дәлдікпен орнатылатын технологиялық жабдықтары көп, күрделі пішінді өндіріс құрылыстарын, сонымен бірге биік ғимараттарды салуда, қадалау торын бастапқы деңгейде құруды трилатерация әдісімен іске асырған тиімді.

Бастапқы деңгейде пландық тор нүктелері I, II, III, \dots, X (143-суретті қараңыз) арматура кесінділерімен бекітіледі немесе фундаменттің қаланған қырына, жабу плиталарының бетіне белгі ортасын үшкір затпен сызып (кern) белгілейді. Тірек нүктелерінің санын ғимараттар мен құрылымдардың сипаттамаларына байланысты қабылдайды.

Керек болған жағдайда бастапқы деңгейде қадалау торы, ғимарат осіне қарағанда бір жағына жылжытылып қадалануы мүмкін.

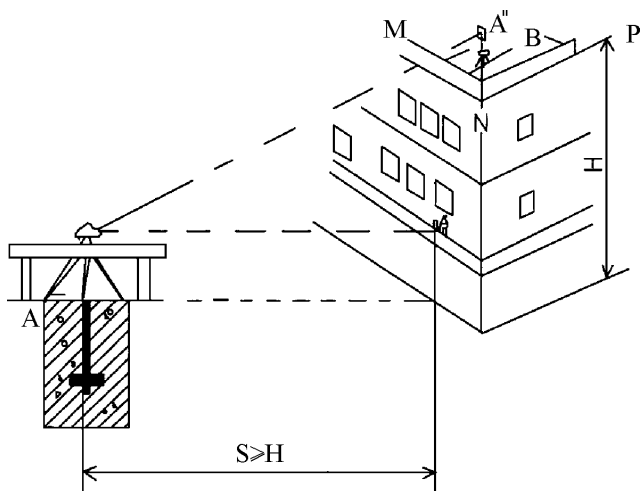
Бастапқы деңгейде қадалау торы нүктелері үстімен, құрылыс алаңында орналасқан, ең аз дегенде екі реперге байланыстырылған нивелирлік жүріс жүргізіледі.

Монтаждау деңгейіне қадалау осьтерін проекциялау және

биіктік шамаларын беру. Көп қабатты ғимараттарда немесе қабатты құрылымдарда монтаждау деңгейіне конструкцияларды монтаждау жұмыстарын геодезиялық істермен қамтамасыз ету үшін бастапқы деңгейде осьтерді бекітетін тірек нүктелері шығарылуы керек. Монтаждау деңгейінде мұндай нүктелер геодезиялық негіз торын құрайды. Монтаждау деңгейіне шығарылушы тірек нүктелерінің саны, ғимарат немесе құрылымдардың пландағы өлшемдеріне (көлеміне, аумағына) және құрылыс-монтаждау үрдісінің технологиясына байланысты болады.

Бастапқы деңгейден монтаждау деңгейіне қадалау осьтерін проекциялау ең көп тараған екі әдіспен атқарылуы мүмкін: көлбеу немесе тік проекциялау әдістері.

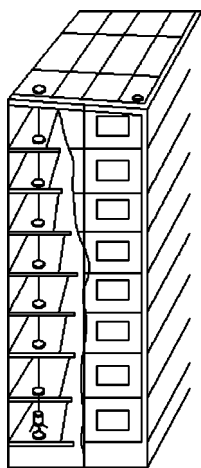
Көлбеу проекциялау әдісі дегеніміз – теодолитпен тік жазықтық құру болып саналады. Айталық, AA' қатарында орналасқан A' нүктесін (144-сурет) MNP монтаждау деңгейіне шығару керек. Ол үшін теодолитті A нүктесіне орнатып, AA' қадалау осі бағытымен бағыттайды. Осымен бір уақытта ұштағанға орнатылған көздегіш A'' маркасын MNP монтаждау деңгейінде, жобамен қадалау осі қатарына, сыртқы қабырға жазықтығынан 50 метрдей қашықтыққа орнатады. Әрі қарай алидаданы бекітіп, теодолит дүрбісін тік жазықтықта бұрып, A'' маркасының тұсына



144-сурет. Монтаждау деңгейіне тірек торының нүктелерін көлбеу проекциялау әдісімен беру тәсімі

келтіреді. Оптикалық немесе жіпті тіктеуіштің көмегімен A'' нүктесін деңгей үстіне проекциялайды да, сызып белгілейді. Осындай істі дүрбінің екінші жағдайында атқарады. Осы екі амалда сызылған белгілер бір-бірімен дәл келмесе, онда екі сызықты ортасынан бөліп, пайда болған сызықты монтаждау деңгейіне шығарылған ось жазықтығы ретінде қабылдайды.

Монтаждау деңгейінде (қабат аралық жазықтықта – бір қабаттың төбесінде) қадалау осінің бағытын құру үшін, осындай жұмысты ғимараттың келесі (қарсы) жағынан жүргізеді. Егер ол жақта теодолитті орнататын жер тар немесе мүмкіндік болмаса, онда келесі ретпен орындайды. Теодолитті қабат аралық жазықтықтағы көздеу нысанасына орнатады да, көздеу осін A нүктесіне бағыттайды. Теодолит дүрбісін тік жазықтықта бағдарлай отырып, зенит арқылы аударады да, деңгейдің қарсы бетіне B сызығын салады (144-суретті қараңыз). Осындай істі дүрбінің келесі жағдайында атқарып, пайда болған екі сызықтың (сызықтар көбінесе бір-бірімен дәл келмейді) ортасынан монтаждау деңгейіндегі ауыстырылған ось орнын нақтылы белгілейді.



145-сурет. Тік проекциялау әдісімен тірек нүктелерін монтаждау деңгейіне ауыстыру тәсімі

Ізденіс негізінде көлбеу проекциялау дәлдігі, 12 қабат монтаждау деңгейіне дейін, құрылыс осьтерін берудің нормативтік талаптарын қанағаттандыра алатындығына көз жеткізілген. Егер ғимарат биіктігі 40 м болса, құрылыс осьтерін монтаждау деңгейіне беру отыз секундтық теодолитпен, дүрбінің екі жағдайында, 45° көлбеулікте атқарылған болса, онда есептеулер нәтижесінде істелген жұмыстың орташа квадраттық қатесі ± 2 мм болады.

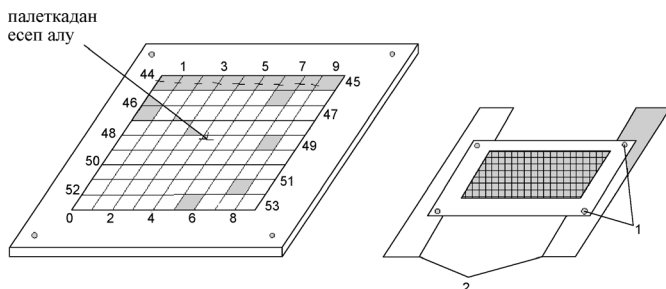
Көлбеу проекциялаудың дәлдігін арттыру үшін, көлбеу деңгейлі теодолитті пайдалану тиімді, бірақ кейінгі кезде көп қабатты ғимараттарда және құрылыстарда осьтерді қабаттарға шығару арнаулы тік проекциялау аспаптары қолданыла бастады.

Тік проекциялау әдісі. Бұл әдістің мәні, бастапқы деңгейде орналасқан тірек нүктесін қабат аралық арнаулы тесіктер арқылы

кез келген қабатқа шығару, яғни кез келген қабатта, кез келген нүктенің биіктік шамасын анықтау деген сөз. Проекциялау ОЦП, ЛЗЦ, PZL типтес аспаптардың бірімен іске асады.

Аспапты бастапқы деңгейдегі тірек нүктесінің үстіне орнатады да, оны центрлеп, қалыпты жағдайға келтіреді (145-сурет). Тірек нүктесін тік бағытта (төменнен жоғары қарай) арнаулы органикалық шыныдан жасалған тор көз сызықты пластинкаға проекциялайды (146-сурет). Проекциялау аспап окулярының төрт жағдайында, яғни 0° , 90° , 180° , 270° өтеді, мұнда әр жағдайда, палеткадан есеп алып отырады. Палеткадағы тірек нүктесінің төрт жағдайдағы орнын қабатаралық жазықтыққа ауыстырады.

Монтаждау жұмыстарының технологиясына байланысты, тік сәуле барлық монтаждау деңгейлерінен немесе әр қабатқа, бірінен кейін біріне проекциялануы мүмкін.



146-сурет. Тік проекциялау аспабының палеткасы
 1 – палтканы бекіту орындары;
 2 – қабатаралық тесік астына салынатын тақтайлар

Бастапқы деңгейден монтаждау деңгейіне, тірек нүктелерін берудегі оптикалық тік проекциялау әдісінің дәлдігін, ауыстырылған осьтер арасын өлшеп, жобалық осьтер арасындағы шамаларымен салыстырып бағалауға болады. Мұнда байқайтын нәрсе, ол монтаждау деңгейіне ғимараттың қадалау осьтері емес, оларға параллель және бір жағына тұрақты шамаға ығыстырылған ось берілуі мүмкін.

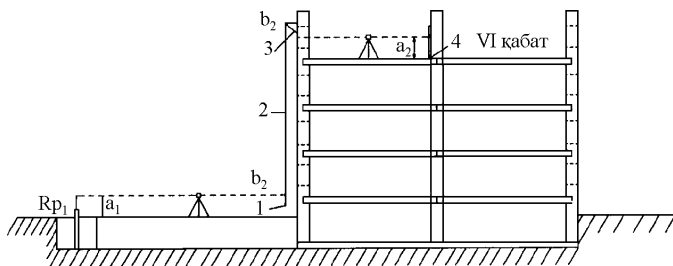
Монтаждау деңгейіне қадалау осьтерін тік проекциялау әдісімен шығару жобада көрсетілген қадалау жұмысының дәлдік класын қамтамасыз етеді. Сонда биіктігі 40 м ғимарат үшін орташа квадраттық қатесі $\pm 0,6$ мм, ал биіктігі 100 м ғимарат үшін ± 1 мм.

Тік проекциялау әдісін қолдану кезінде, бастапқы деңгейдегі

және монтаждау деңгейіндегі орындаушылармен екіжақты байланыс болуы керек. Байланыс үшін, кем дегенде 2 – 3 шақырымнан сөйлесе алатын радиостанцияны қолданған дұрыс.

Монтаждау деңгейіндегі биіктік негіздерін құру. Монтаждау деңгейінде биіктік негізі болып жұмыс реперлері саналады, ал оларға биіктік шамаларын бастапқы деңгейде орналасқан реперлерден береді (147-сурет).

Монтаждау деңгейіне биіктік шамаларын екі нивелирдің көмегімен береді. Іздеп отырған H_4 биіктік шамасы тең болады, Монтаждау деңгейіне шығарылатын жұмыс істеу реперлерінің саны монтаждау бригадасының санына және жұмыс көлеміне байланысты болады.



147-сурет. Монтаждау деңгейіне биіктік шамаларын беру тәсімі
 1 – салмақ; 2 – өлшегіш таспа; 3 – кронштейн;
 4 – IV қабатқа берілген биіктік

Монтаждау деңгейінде жұмыс реперлері ретінде конструкцияға бекітілген заттар, сонымен бірге арнаулы конструкцияларға бекітілген қазықшалар, қапсырмалар, пластинкалар, т.с.с. салынады. Мұнда жұмыс реперлерін пландық геодезиялық негіз нүктелерімен біріктіре пайдалану тиімді болады. Ерекше көңіл бөлетін жұмыстардың бірі – монтаждау жұмыстары басталмас бұрын, монтаждау деңгейіне қабырға панельдерін тұрғызу үшін оны (монтаждау деңгейін) жазық деңгейге келтіру. Монтаждау деңгейін жазық деңгейге келтіру, яғни маяқтың (панельдің жоғары жағын) жоғары жағын геометриялық нивелирлеумен жобалық биіктік шамасына келтіру:

$$H_4 = H_{Rp1} + a_1 + (b_2 - b_1) - a_2. \quad (198)$$

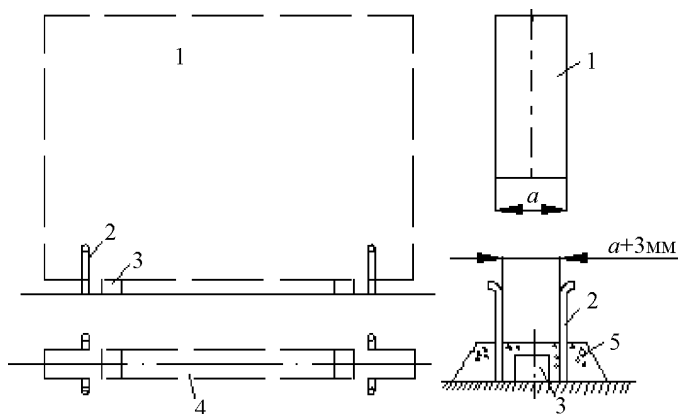
Геодезиялық пландық және биіктік негіздерін құрып болған соң, орындалған жұмыстың тәсімін, әр монтаждау деңгейіне (горизонтқа) жеке жасайды.

§ 16.4 Ірі панельді, каркасты және каркасты-панельді ғимараттарды монтаждау кездеріндегі геодезиялық жұмыстар

Ірі панельді құрылыста монтаждау жұмыстарының сапасы, оны дұрыс уақтылы геодезиялық іспен қамтамасыз етуге байланысты, яғни: панельдердің осьтері қадалау осьтерімен дәл келулеріне; панельдердің тік болуын қатаң бақылауға алуға; панельдің жоғары жағын жобалық орнына келтіруге; панельдердің жазық және тік жалғасу жіктеріне жобалық өлшем шамаларына байланысты.

Ірі панельді, қаңқасыз ғимаратты монтаждау кезінде, қабырғалық панельдерді қоюға және түзетуге ерекше көңіл бөлінеді, себебі оларды дұрыс қоюдан бүкіл ғимаратты салудың дәлдігі және тұрғызу сапасы артады.

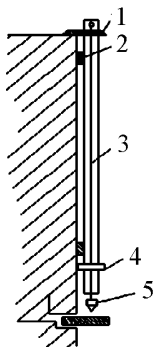
Әр қабаттағы қабырғалық панельдерді тұрғызуға, монтаждау деңгейін дайындау және түзету жұмыстарын біткеннен кейін кіріседі. Ғимараттың барлық периметріне немесе бір бөлігіне қабырғалық панельдерді тұрғызу үшін, ұзынабойлық және көлденең осьтерін қадалайды (148-сурет).



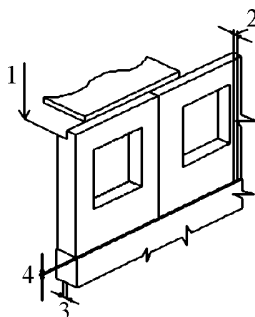
148-сурет. Панельдерді орнату тәсімі 1 – панель; 2 – ұстағыш-тиянақ; 3 – маяк; 4 – осьтік сым; 5 – лай қоспасы

Қабырғалық панельдердің пландық орындарын тексерумен бірге, олардың биіктік бойынша дұрыс орнатылғанын қамтамасыз ету керек.

Панельдің жоғары жақтары бір жазықтықта, жобалық бір биіктікте жатуы үшін арнаулы лай қоспасын (5), сонымен бірге панель астына (керек болса үстіне) металл немесе ағаш төсеніш-маяк (3) салады. Төсеніштің қалыңдығын нивелирлеу нәтижесін және панельдің нақтылы биіктігін пайдалана отырып есептейді. Ішкі панельдердің план бойынша орнату дәлдігін арттыру үшін алдын ала панель ішіне пісіріліп бекітілген немесе деңгейлік жабу панельдеріне бекітілген тиянақ-ұстағыштарды (2) пайдаланады. Тиянақ ұстағыштардың арасындағы саңылау панельдің қалыңдығынан 3 мм артық болуы керек.



149-сурет. Тіктеуіш-сызғыш
1 – кронштейн; 2 – серіппелі планка-лар; 3 – шнур; 4 – шкала; 5 – тіктеуі



150-сурет Ірі панельді монтаждаудағы ығысулар
1 – панельдің тірек бетінің ығысуы (± 10 мм); 2 – панельдің тік жағдайынан жоғары жақ қима жазықтығының ауытқуы (± 5 мм); қадалау осіне қарағанда панельдің төменгі қима осінің ауытқуы (± 5 мм); 4 – фундаменттің жоғары тірек беті биіктік шамасының ауытқуы (± 5 мм)

Сыртқы панельді маяк үстіне фиксаторсыз, ғимараттың сыртқы қырына дәл келетін арнаулы ойыққа үйлестіре қойып орнатады.

Панельді орнына ғимараттың сырт жағынан, дайындалған орнынан 0,3-05 м жоғары береді. Панельді тік қалпын қатаң сақтап, орнына жайлап түсіреді де, панельді уақытша арнаулы тіреулермен бекітеді. Панельді орнатып бекіткеннен кейін, оның тіктігін тексереді, керек болған жағдайда қапсырма тросты босатып, тіреу муфтасын бұрай отырып, панельді тік-жобалық қалпына келтіреді.

Панельді тік жағдайға келтіру үшін маятникті тіктеуіш немесе рейка-тіктеуішті қолданады. Панельдің тіктігін оның екі қыры арқылы тексереді: қабырғалық және ашық бүйір қырлары арқылы. Егер екі қыры арқылы түсірілген тіктеуіш рейкадағы тік сызық-ойыққа (риской) дәл келсе, онда панель дұрыс орнатылған.

Панельдің тік жағдайында дұрыс орнату дәлдігін және монтаждау өнімділігін арттыру үшін, тіктеуіш-сызғыш кеңінен қолданылады (149-сурет). Тіктеуіш-сызғыш тіктеуіштен (5), сызғыш бойымен түсірілген шнурдан (3) тұрады. Тіктеуіш-сызғышты панельдің жоғарғы қырына кронштейн 1 арқылы орнатады. Сызғышқа ұштары бір сызықтың бойында, сызғышқа параллель тіреуіш планка (2) бекітілген. Сызғыштың төменгі бөлігі шкаламен (4) жабдықталған. Тіктеуіш жібі шкаланың нөлі арқылы өтсе, онда панельдің тік орналасқаны. Панельдің тік орналасқандығын тексеру кезінде тіктеуіш-сызғышты панельдің бүйір бетіне жанай қояды, мұнда кронштейн өзінің қырымен панельдің жоғары қырына тіреліп, ал сызғыштың жоғарғы және төменгі тіремелері тексерілмекші бүйір беттерге тиіп тұруын қадағалайды. Егер тіктеуіш-сызғышқа шкала сияқты бөліктер сызып қойса, оны нивелирлік рейка ретінде, панельдің биіктік шамасын тексеруде пайдалануға болады.

Панельдерді монтаждауды алдымен көлденең және ұзынабойлық осьтердің үстіне, жобамен ғимараттың ортасына базалық панельдерді орнатудан бастайды. Бұл базалық панельдер қатаң блок құрады, яғни оларды орнынан қозғамайды, қалған панельдер осы базалық блоктарға жанай орналасады. Базалық панельдерді теодолит арқылы бақылап орнатады да, тіреуіштермен немесе арнаулы «кондукторлармен» (арнаулы құрылғымен) бекітеді. Келесі панельдерді монтаждау кезінде, олардың орналасу жағдайларын тіреулермен және байланыс жабдықтарымен анықтайды.

Ортасынан шетіне қарай «еріксіз» монтаждау ғимарат конструкциясын құрастырудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді. Мұндай дәлдікке қол жеткізу үшін, әртүрлі құрал-жабдықтарды қолданады, мысалы, деңгей төбесіне бекітілген жазық болат таспаларды пайдаланады. Бұл таспалардың көлденең панельдерді бекітетін тіремелер және панельдердің жоғары жағын бекітетін жазық құбырлы байланыстары бар. 150-суретте каркассыз

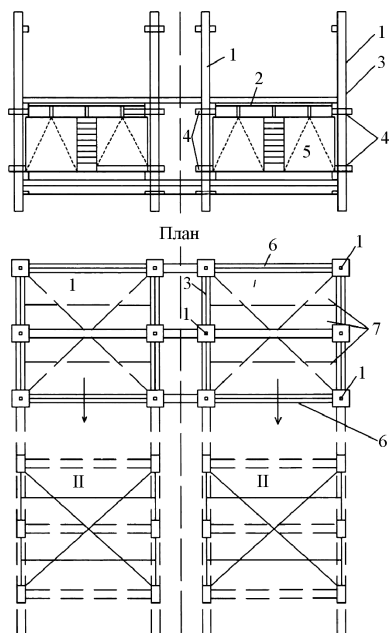
ғимараттарды ірі панельдерден монтаждаудың орнынан ауытқу шамалары берілген (СНиП III-В.4-97).

Каркасты-панельді ғимаратты монтаждауда, темірбетонды конструкцияларды бекітпестен бұрын, тиянақты түрде олардың нақтылы орналасу жағдайларына геодезиялық бақылау жүргізеді.

§ 16.5 Темірбетонды және металл бағаналарды монтаждау кезіндегі геодезиялық жұмыстар

Бағаналарды орнату, қабат төбесін жауып, баспалдақ марштарын орнына қойып және төменгі қабаттың алаңын монтаждап болған соң басталады.

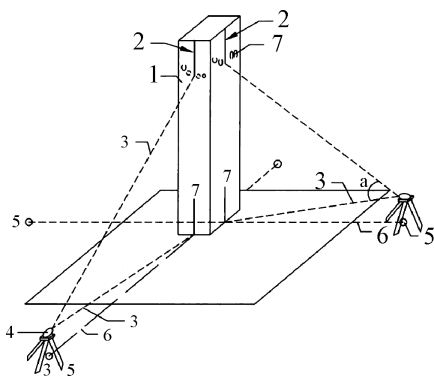
Мұнара кранымен бағананы орнына жеткізіп, кондуктор ішіне жайлап түсіреді де, теодолитпен бақылай отырып, осьтік сызық-ойық бойымен орнатады.



151-сурет. Каркасты-панельді ғимаратты бір топ кондукторлардың көмегімен монтаждау тәсімі. I, II – кондуктордың пландағы орны; 1 – екі қабатты бағаналар; 2 – қалқан қорған; 3 – ішкі жсалғамала; 4 – жоғары, төменгі қамыттар; 5 – кондукторды жылжыту қондырғысы; 6 – ригельдер (итарқалар); 7 – жабу плиталары; (үшкілдермен кондукторларды жылжзу бағыты көрсетілген)

Монтаждау жұмысының дәлдігін және өнімділігін арттыру үшін бір топ кондукторды пайдаланады (151-сурет). Мұндай кондукторлармен бір уақытта алты бағананы орнатуға болады. Екі қабатты бағаналарды кранмен қамыт ішіне орнатады, мұнда кондуктордың реттеу бұрандалары және теодолиттің көмегімен бағананы түзетіп, жобалық жағдайына келтіреді. Әр келесі қабатты монтаждауға, төменгі қабаттағы барлық монтаждық жалғасуларды пісіріп, монолиттеп және тексеріп болған соң кіріседі.

Биіктігі 5 м артық бағаналарды жобалық орнына (жағдайына) орнату екі теодолитті пайдалана отырып, іске асады (152-сурет). Орнату дәлдігін арттыру үшін бағананың жоғары қырына интервалы 10 мм шкала сызықтарын салады.

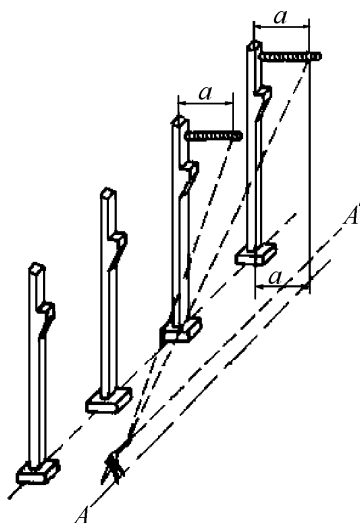


152-сурет. Екі теодолитпен бағананың тік орнатылуын бақылау тәсімі. 1 – бағана қырындағы бақылау шкаласы; 2, 7 – бағананың ретімен жоғары және төменгі қима қырларындағы сызық-ойықтар; 3 – теодолиттің проекцияланушы көздеу осі; 4 – теодолиттер; 5 – осьтік белгілер; 6 – қадала осьтері.

Бағана қатарының тік екендігін тексеру үшін бүйірлік нивелирлеу әдісін қолдануға болады. Бағаналардың осіне параллель 0,5-1 м қашықтықта көмекші сызықты қадалайды. Көмекші сызық үстіндегі бір нүктеге теодолит орнатады да (мысалы, А нүктесіне), АА' сызығының бойымен коли-мациондық жазықтыққа бағдарлайды (152-сурет). Әрі қарай кіші рейка табанын бағана бүйіріне қойып, теодолит дүрбісінің екі жағдайында рейкадан есеп алады. Орташа есептің берілген қашықтықтан ауытқуы арқылы, монтаждау жұмысының сапасын анықтайды. Бұл әдістің кемшілігі – рейка ұстаушыға бағананың

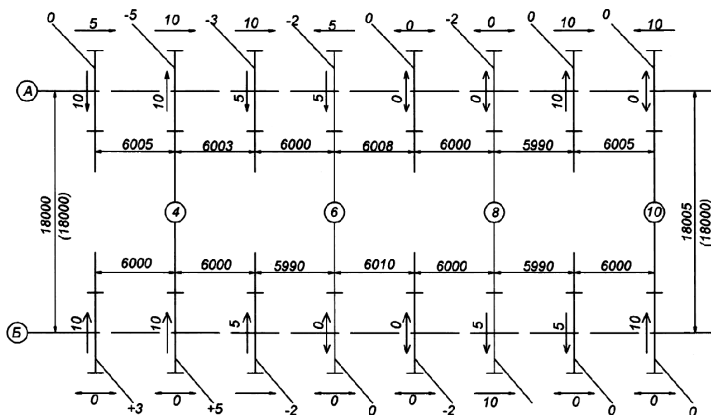
жоғары жағына рейка ұстау кейде қиынға соғады.

Бағаналарды монтаждаудың дәлдігін, сенімділігін тексеріп отыру және келесі монтаждау жұмыстарын, кран астындағы балкаларды және кран жолдарын салуды керекті дәлдікпен қамтамасыз ету үшін, жалпы ғимараттық бағаналар үстімен



153-сурет. Бағаналардың тік, бір жазықтықта орнатылғанын бүйірлік нивелирлеу әдісімен тексеру тәсімі

ұзынабойлық және көлденең осьтерін шығарады. Егер бағаналар тік орнатылған болса, ұзынабойлық және көлденең осьтері бағана бастарының тура ортасынан өтеді, ал бағана еңкейіп тұрса, онда оның жобалық осьтері қиылысу нүктелерінің геометриялық центрлерінен ауытқуы өлшеніп, шара қолданылады.



154-сурет. Орындалған жұмыстың және бағаналардың пландық және биіктік жағдайының тәсімі. Үшкілдермен (мм) бағаналардың төменгі жағының (қимасының) ауытқуы көрсетілген: плюс және минус таңбалы мәндері бағананың жоғары немесе төмен (мм) орнатылғанын көрсетеді

Орындалған жұмыстың тәсімі арқылы ауытқу шамасы анықталып, керек болған жағдайда бағаналардың түбін ығыстыра қазып түзетеді. Бағаналардың жерге кірген тұстарын өсіре (немесе түсіре) отырып, олардың бастары бір деңгейде болғанын қадағалайды. Орындалған жұмыстың және бағаналардың пландық және биіктік жағдайының тәсімдік үлгісі 154-суретте көрсетілген.

Төменде бағаналарды монтаждау кезіндегі жобалық жағдайларынан ауытқу шектік шамалары берілген:

1. Бағаналардың төменгі қимасындағы осьтерінің қадалау осьтеріне қарағандағы ауытқуы ± 5 мм;

2. Бағана осьтерінің жоғарғы қимасындағы осьтерінің тік жағдайынан ауытқуы,

Егер бағана биіктігі H , м:

4,5 м дейін, ± 10 мм;

4,5 – 15 м дейін, ± 15 мм;

15 м артық, $0,001H$, бірақ ± 35 мм артық емес.

3. Бағаналардың тірек фундаменттер беттерінің жобалық биіктік шамасынан ауытқуы, ± 3 мм;

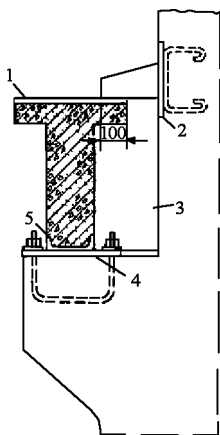
4. Көп қабатты ғимараттағы әр ярус бағаналарының жоғары жақ биіктіктерінің айырмасы (n – ярустың реттік саны), $(2n + 1,2)$ мм.

§ 16.6 Кран асты балкалары мен темір жолдарын және фермаларды монтаждаудағы геодезиялық жұмыстар

Кран асты балкаларын монтаждаудағы қадалау жұмыстары. Кран асты балкалары ретінде құрама, алдын ала керілген, темірбетонды таврлық және екі таврлық қималы балкалар пайдаланылады (155-сурет). Балкалар әртүрлі құя жаншылған профильдерден жасалуы мүмкін.

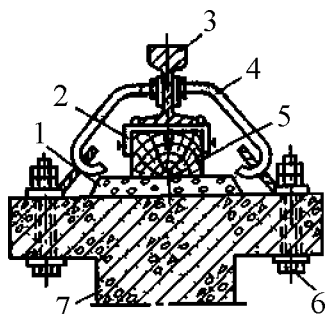
Кран асты швеллер және ағаш бөренелерден тұратын балкалары үстіне бұрандалар арқылы бекітілетін рельстер жатқызылады (156-сурет). Балкаларды төсеніш үстіне жатқызып, уақытша бағанадағы тіреулерге сопақша тесігі бар жалбыз арқылы бекітеді. Кран асты балкалар өндіріс ғимаратының құрамына кіреді және бір уақытта барлық ғимаратпен бірге монтаждайды.

Кран асты балкаларын салу келесі ретпен атқарылады. Кран асты балкаларын қоймастан бұрын, мысалы, ұзынабойлық AA

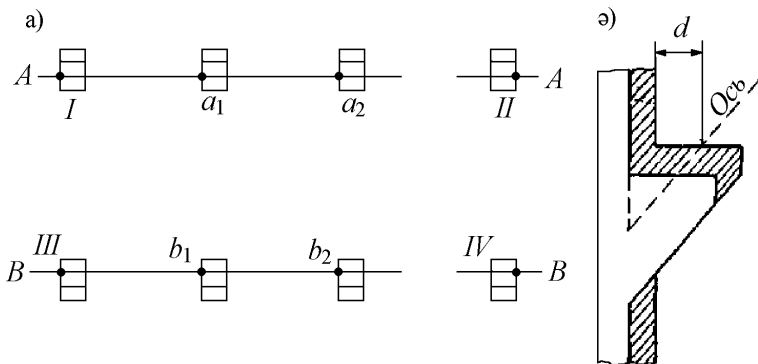


155-сурет. Кран асты темірбетонды балка
 1 – балкаларды бекітетін болат салмалар ; 2, 4, 5 – консоль, бағана және балкалардың арасына салынатын темір салмалар; 3 – бетон

осьтерін шығарады да, $a_1, a_2, \dots, b_1, b_2$ нүктелерін белгілейді. Әрі қарай қатар нүктелерден бағаналардың ішкі қырынан d кесінділерін өлшейді (157 ә-сурет). Өлшеу нәтижелерін әр бағанаға бояумен жазып қояды.



156-сурет. Кран асты жолының қимасы
 1 – бетон құйма; 2 – тірек швелері; 3 – рельс; 4 – қапсырма; 5 – брус; 6 – болт; 7 – кран асты балкасы



157-сурет. Кран асты балкаларының (а) және бағана консольдері осьтерін (ә)қадалау тәсімі

Биіктік бойынша алдын ала балкаларды жатқызу үшін консольдердің тірек жазықтықтарын нивелирлеудегі берілімдерін және бағаналардағы ойық-сызықтардың нөлдік биіктіктерін пайдаланады. Консольдердің және бағана төбелерінің есептелінген биіктіктері арқылы ірі масштабта профилін салады да, сол арқылы кран асты темір жолының орташа жазықтықта орналасу деңгейін белгілейді. Орташа деңгей арқылы конструкция құрылымының астына салатын жалбыздың қалыңдығын анықтайды.

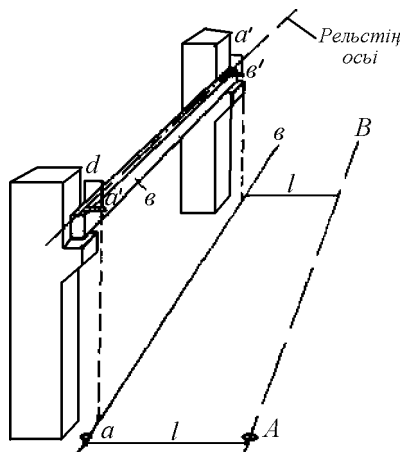
Кран асты балкаларын түзету, негізгі бағана каркасын салып болған соң жүргізіледі. Балкалардың биіктік бойынша орналасуын тексеру үшін бағананың төменгі қырындағы ойық-сызықтың биіктік шамаларын пайдаланады. Осы ойық – сызықтан болат таспамен, кран асты жолының рельс басынан 0,3 – 0,5 м жоғары, биіктік шамасын бағана үстіне 0,5 немесе 1 м дейін дөңгелектеп шығарады. Әрі қарай нивелирді орнататын орын іздейді, ол кран асты балкаларының деңгейінен жоғарырақ және кран асты жолының жобамен ортасында болуы керек. Егер кран асты балкаларының қатары бір шама ұзын болса (200 м жоғары), онда нивелирлеу үшін бірнеше тұрақ жасайды.

Нивелирді орнату үшін арнаулы орын (тиянақ) жасайды, яғни нивелир тиянағы нивелирлеушінің тұрған орнынан бөлек болуы керек. Нивелирлеу үшін қысқартылған екі жақты рейкалар қолданылады, оларды консоль жанындағы балканың үстіне орнатады. Сонымен бірге әр бағана қырына салынған ойық-сызықты да нивелирлейді. Ойық-сызықтар арқылы салмалардың қалыңдығын тексеріп отырады.

Кран асты балкаларын түзету нәтижесінде олардың бағана консольіндегі орналасу тәсімін, кран асты балкалардың үстіңгі бетінің қабылданған шамасынан қанша ауытқығанын қоса жазып отырады.

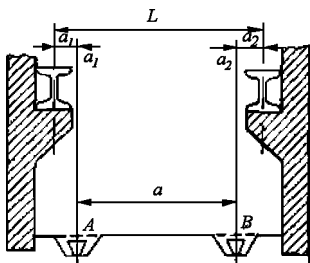
Кран асты рельстерін монтаждауды қадалау. Кран асты балкаларын орнатып болған соң, кран асты рельстерін жобалық орнына жатқызады. Рельстің бір жағын теодолитпен қатаң түрде жатқызады да, екінші жағын рельсаралық қашықтығын сақтай отырып, өлшеп жатқызады. Көпірлік кранды рельс бойымен тексере отырып, өткізгеннен кейін ғана рельсті соңғы рет түзеп салады. Кранның дұрыс істеп тұру жағдайын қамтамасыз ету үшін кран асты рельстері түзу сызықты, параллель, жазық және

бір жазықтықта жатуы керек. Бұл талаптарды орындау үшін рельс осьтерін қадалауды ұйымдастырады. Рельс жолдарын қадалаудың бірнеше жолдары бар, солардың бірі – рельсаралық қашықтық, өлшеу жабдығының ұзындығынан аспайтын жағдайдағы түрін қарастырамыз:



158-сурет. Кран асты рельстерін монтаждау үшін осьтерді қадалау тәсімі

Айталық, AB сызығы ғимарат ішіне құрылыс осьтерін қадалау кезінде бекітілген кран асты иінінің симметрия осі (158-сурет). Алдымен көпірлік кран рельсінің осін, кран асты балкасына (B) шығарады. Ол үшін AB сызығына параллель l қашықтықта ab сызығын жүргізеді, мұнда ab сызығы арқылы өтетін тік жазықтық, кран асты балкасына бекітілген арматура кесіндісі үстіндегі a' , b' нүктелерін басып өтуі керек. d қашықтығына тең, қатар сызықты жоғарыға жеткенше шығарып,



159-сурет. Кран асты рельстері осьтерінің арасын өлшеу тәсімі

кран асты рельсі осінің жобалық орналасу жағдайын анықтайды. Рельстің екінші жағын кран жолының жобалық арақашықтығына тең етіп, өлшеп табады. Мұнда температураға, өз салмағынан созылуға түзету шамаларын есепке алып отыру керек.

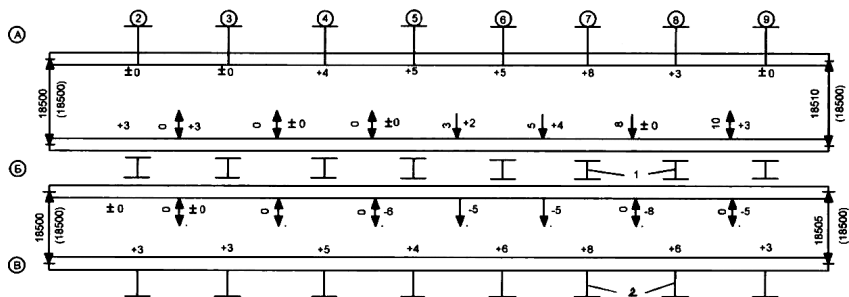
Рельстердің түзу сызықтылығына,

түбін (астын) ығыстыра қазып түзету арқылы қол жеткізеді. Түзетілген рельсті балкаға арнаулы конструкциялы құрсау арқылы бекітеді. Рельстің биіктігін, оның астына салынатын салманың қалыңдығын өзгерте отырып реттейді.

Егер рельстер осінің арасындағы қашықтық өлшегіш жабдықтан артық болса, онда тіктеуіштің көмегімен атқаруға болады. Ол үшін рельс осінің бағытына перпендикуляр тақтайларды бекітеді де, олардың шет жағына a_1 және a_2 нүктелеріне ауыр тіктеуіш іледі (159-сурет). Тіктеуіштерді жазық тақтай деңгейінен төмен түсіріп, қою сұйық құйылған ыдыс ішіне түсіреді. A және B арақашықтығын өлшейді. Толық рельстер арасын өлшеу үшін d арақашықтығына миллиметрлік сызғышпен өлшенген, тіктеуіш жібінен кран асты балкаларына немесе рельстеріне дейінгі d_1 және d_2 кесінділерін қосады.

Кран асты балкаларын, рельстерін соңғы рет түзетіп және монтаждап болған соң, кран жабдықтарын пландық және биіктік орналасу жағдайларының тәсімін жасайды да, монтаждау жұмыстарын тапсыруға дайындайды. Тәсім үлгісі 160-суретте берілген.

Фермаларды монтаждау кезіндегі қадалау жұмыстары. Негізгі жабу конструкциясы болып фермалар саналады, олардың жабу ұзындығы 12, 15, 18, ..., 36 м болып келеді. Фермаларды үшбұрышты полигональды, параллель белдемелі етіп жасайды. Фермалардың ең көп тараған түрі – полигональды қаңқалы болып келеді. Фермаларды монтаждау жұмыстарын қадалау, бағаналар басына бағана қатарының осін салудан тұрады. Ол үшін бағаналардың бірінің үстіне теодолит орнатып, оны шеткі бағананың ортасына бағдарлайды да, осы ось сәулесін аралықтағы барлық бағана қатарының басына проекциялайды. Бағана үстіне ферманы орнатып болған соң, ферманың төменгі белдемесінің жазықтығын және ферма жазықтығының тіктігін тексеріп түзетеді. Ферманың төменгі белдемелік жазықтығын, ферманың түйіндік (жалғасқан) нүктелерін нивелирлеу, ал түзу сызықтығын тірек түйіндері арасына сым керу арқылы түзетеді. Төменгі белдеменің төмен ойысуы (стрела прогиба) ферма ұзындығының 1/1500 қатынасындай шамадан кем, бірақ 10 мм артпауы керек.



160-сурет. Кран асты рельстерінің орналасу жағдайларының тәсімі 1, 2 – екі консольді және бір консольді бағаналар. Үшкілдермен кран асты рельстерінің осіне қарағандағы ауытқуы көрсетілген (мм); плюс (+) және минус (-) таңбалары бағаналардың жоғары немесе төмен орналасқанын көрсетеді (мм)

Ферма жазықтығының, сонымен бірге ортаңғы түйіндерінің тіктігін, яғни тік жазықтықтан ауытқуын тіктеуіш арқылы тексереді. Ферманың тік жағдайынан ауытқу шамасы, ферма биіктігінің 1/250 қатынасындай шамадан аспауы керек.

Монтаждау жұмыстарының сапасы төменде келтірілген шектік шамаларды сақтауға байланысты.

Кран асты балкалары және кран асты темір жолдары құрама темірбетондарының шектік шамалары:

1. Іргелес бір қатардағы бағаналар үстіндегі кран асты рельстерінің айырмашылығы (l – бағаналардың аралық қашықтығы), $0.001 l$, бірақ 10 мм көп емес;

2. Кран асты балкалары осьтерінің, бағананың тірелген қадалау осінен ауытқуы ± 5 мм;

3. Бір иіндегі кран асты рельс осьтерінің аралық қашықтықтарының ауытқуы ± 10 мм;

4. Кран асты рельс осінің, кран асты балкалар осіне қарағандағы ауытқуы, ± 15 мм;

5. Екі іргелес бағаналар қатарындағы және екі көлденең қималық бағаналарының, кран асты балкаларының жоғарғы жақ биіктік шамаларының ауытқуы ± 15 мм;

6. Бір ғимарат тұсындағы кран асты рельс бастарының биіктік шамаларының ауытқуы:

бір иінде, 15 мм;

тіреулерде, 20 мм.

§16.7 Қабырғаларды тұрғызудағы қабатаралық жабу және ішкі жабдықтарды орнатудағы геодезиялық жұмыстар

Ғимарат қабырғасын тұрғызу үшін осьтерін қадалау. Ғимарат осьтерін қадалаудың бастапқы берілімі болып, ғимараттың құрылыс осьтерін салу кездеріндегі белгілер саналады. Қабырғалардың барлық ұзынабойлық, көлденең және олардың сыртқы, ішкі қырларын болат таспамен фундамент үстінде қадалайды. Фундамент үстінде салынған ойық-сызықтар арасында бор жағылған шнурды тартып, қабырға осін немесе қабырға қырының орнын белгілейді. Ғимаратты салу кезінде жүйелі түрде осьтерді және қабырға қырларын теодолитпен шығарып отырады. Бірінші рет осьтерді қабырға биіктігі 2 м көтерілген кезде шығарады. Шығарылған осьтерді бояумен белгілейді және олардың ретін, атын жазып қояды. Мұндай белгілерден есік және терезе орындарын қадалау жұмыстары жүргізіледі.

Астыңғы қабаттан басқа әр қабат қабырғаларын қадалау бағана осьтерінен жүргізіледі. Бірақ мұнда орындалған жұмыстың тәсімінде көрсетілген бағаналардың жобалық орналасу жағдайларынан ауытқу шамаларын есепке алып отырады. Есік, терезе, коммуникациялық ұя, қуыстардың жобалық орналасу жағдайларын тексеріп отыру керек. Мұнда шектік ауытқулар шамаларын ұзындыққа сай, тең етіп бөліп жібереді. Шектік ауытқу шамасынан асып кеткен жағдайда, осьтерді шығару дұрыстығын тексереді.

Ғимарат қабырғалары өскен сайын, оның биіктік шамасын сол деңгейге шығарып отырады. Ярус шамасында (екі қабат шамасында), биіктікті тік ілінген таспа арқылы береді. Шығарылған биіктік шамасын қабырғаға бояумен белгілеп жазып қояды. Жұмыс істеу сызбаларында нөлдік биіктік шамасы ретінде бірінші қабаттың «таза еден» (уровень чистого пола) деңгейі алынады, ал бұл деңгей оның абсолютті биіктігіне тең болады.

Ғимаратты кірпіштен қалау кездерінде, мұндай деңгейді барлық жұмыс істеп жатқан тұстарының әр жеріне шығарып, белгілеп қояды. Осы биіктік шамаларын кірпішпен қаланған қабаттарды түзеткеннен кейін, қабырғаның сыртқы жағына, деңгей шамасын бірдей, оңай оқылатындай етіп жазып қояды (+0,5; +1,5 т.с.с.). Бұл белгінің қатарына кірпішті биіктік бойын-

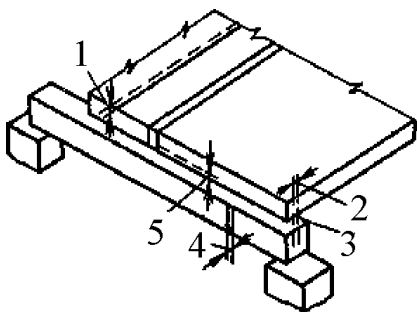
ша қалай дұрыс қалауды көрсетіп тұратын *қатарлағыш*-реттеуші шкаласы бар рейканы қағып қояды. Рейкадағы шкала бөліктері әр 75 мм сайын, яғни стандартты кірпіш қалыңдығы 65 мм, лай қоспасының қалыңдығы 10 мм тең шамамен жүргізіледі.

Кірпіш қалаудың жазықтығын, қатарлағыш арқылы әр кірпіш қатарына шнур тартып тексереді. Келесі қатарлағышты орнатуда оның төменгі жағын нивелир арқылы белгілейді. Бірінші қабатты дұрыс қалау келесі қабаттарды қалаудың сапасын арттырады. Сондықтан қалау беттерінің тіктігі, жазықтығы және бұрыштарының дұрыс шығарылуы, сонымен бірге қалау қатарларының жазықтығын 1 м биіктікке екі рет тексеріп отырады. Байқалған ауытқуларды, егер олар шектік шамадан аспаса, қабатаралық жабу деңгейі кезінде ретке келтіреді. Қабырға қалаудың тіктігін екі метрлік рейканы қабырғаға жанастыра қойып тексереді.

Ғимарат қабырғасы қаланып болған тұсында орындалған жұмыстың тәсімі жасалады, бұл тәсім қабырғаны әрілеу кезінде негізгі құжат болып саналады. Қабырғаны осьтік ойық-сызықтан бастап түсіреді. Қабырғаның көлденең қалыңдығын, оның жоғары жағынан өлшеу арқылы немесе жобалық осьтер арасындағы ойық-сызық арқылы есептеп шығарады. Орындалған жұмысты түсіруде бүйірден нивелирлеу әдісі кеңінен қолданылады.

Терезелік және есік орындарын қадалау әр қабаттағы қабырға қырларына шығарылған осьтерінен басталады. Мұндағы қадалау жұмыстарын тексеру екі іргелес осьтерден атқарылады. Каркасты (қаңқалы) ғимараттар үшін есік және терезе орындарын жобалық осьтерден ауытқуы мүмкін екендігін есепке ала отырып, жақын орналасқан бағаналардан бастап қадалауға болады.

Кірпіштен салынатын ғимараттарда, іргелес терезе орындарының жобалық орындарынан ауытқуы ± 20 мм аспауы керек, ал ірі панельді және блоктардан салынатын ғимараттарда ± 10 мм аспайды. Осындай шектік шамалар терезе мен есік орындарының биіктік шамаларын тексеруде қолданылады. Көп қабатты ғимараттарда терезе блоктарының ұзынабойлық және көлденең осьтерін төменгі және жоғары қабат блоктарында, төменгі қабаттан жоғары қабаттар арасында ойық-сызықтар арқылы керілген сым арқылы белгілейді. Терезе блоктарын биіктік бойынша орнату үшін, әр терезе орындарына терезенің қандай биіктікте орнатылатынын нивелир арқылы шығарып, бояумен жаза-



161-сурет. Қабат аралық
жабуды монтаждау

жұмыстарындағы ауытқулар

1 – панельдердің жазық жазықтықтан ауытқуы (6 мм); 2 – қадалау осьтеріне қарағандағы ригел және балкалардың ауытқуы (5 мм); 3 – іргелес екі панельдің төменгі беттерінің айырмасы (2 мм); 4 – тік жазықтықтан бүйірлік арқалардың ауытқуы (3 мм); 5 – панельдің жабу астындағы тилмей тұрған саңылауы (5 мм)

ды да, терезе блоктарын деңгей және тіктеуішті пайдалана отырып, жобалық биіктікке орнатады. Терезе блоктарын орнатудағы орындалған жұмыс тәсімін жасайды, бұл құжат атқарылған жұмысты тапсыру актісінің қосымшасы ретінде қабылданады. Есік орындарын қадалау ғимарат ішіндегі кез келген құрылыс немесе қосымша осьтерінен басталады.

Қабат араларын темірбетонды плиталармен жабу кезіндегі қадалау жұмыстары. Темірбетонды плиталармен қабат аралықтарын жабу алдында ригелдер осьтерінің пландық аралары тексеріледі. Плиталарды орнатпастан бұрын, балкалардың

түзу сызықтылығын, тартылған сым немесе сызғышпен анықтайды.

Темірбетонды монолит жаппалар үшін, құйма қалыптардың пландық жағдайларын құрылыс осьтерін бекітетін сызық-ойықтардан немесе бағана осьтерінен бастап белгілейді. Жабудың жоғарғы жағын, ригелдерді пісіріп бекітудегі орындалған жұмыс тәсімін пайдалана отырып, каркас ригелінің қырынан бастап орнатады. Жабу жұмыстарын бетондау қалай дәл орындалса, соғұрлым таза еден құрылымы төзімді болады. Сондықтан жабу плитасының қалыңдығы, жобалық шамасынан ± 10 мм кем болмауы керек. Жабу үшін орнатылған қалыптың жоғарғы жақ биіктік шамасын, қабырғаның немесе бағананың ішкі қырына шығарылған биіктіктерінен бастап тексереді.

Сонымен бірге жабу плитасында қалдырылған тесіктегі ағаш тығын орындарының орналасу жағдайларын тексереді. Бұдан басқа, кейбір жерлерде жабу плитасындағы арматура торының жоғары жақ биіктік шамаларын нивелирлеп, қорғаныс қабатының (судан, дыбысты азайту, суықтан қорғайтын қабат) қалыңдығын анықтайды, мұнда қабат қалыңдығының дәлдігін ± 5 мм сақтау керек (161-сурет).

Қабат аралық жабудағы қоршама қалыпты және монолитті бетондаудың тереңдігін, орналасу жағдайларын орындалған жұмыстың тәсімінде көрсетеді де, бұл жұмысты бетондап болған соң атқарады. Орындалған жұмысты түсіру және оның тәсімін жазаудың геодезиялық негізі болып, құрылыс осьтері және қадалау жұмыстарында пайдаланылған нивелирлік нүктелер (реперлер) саналады. Биіктік бойынша ауытқулар көбейе бермеу үшін оны қабаттан қабатқа шығара бермей, өлшеу жабдығының барлық ұзындығын (бес қабатқа) пайдаланады. Аралық қабаттардағы ауытқуларды теңдеу төменгі және жоғарғы қабаттардағы реперлердің биіктіктерін пайдаланып атқарылады.

Құрама темірбетон қабатаралық жабуды монтаждау кезіндегі жобалық жағдайларынан ауытқулар (СНиП III-B.1-97) 161-суреттегі шамаларынан аспауы керек.

§ 16.8 Монолитті, ғимараттар мен құрылыстарды сырғымалы қалып арқылы тұрғызу кезіндегі геодезиялық жұмыстар

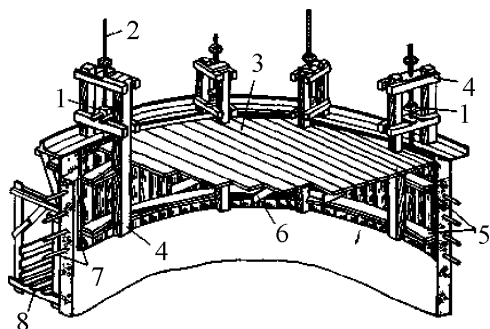
Қазіргі кезде ТМД және шетелдерде сырғымалы қалыппен темір бетондық конструкцияларды бетондау кеңінен қолданылады. Сырғымалы қалыппен элеваторларды, көп қабатты көпшілік және тұрғын үйлерді, мұржаларды, мұнараларды, маяктарды және т.с.с. құрылыстарды бетондап салады.

Сырғымалы (жылжымалы) қалыппен бетондауда, қалыптағы бетон кепкен сайын оны бүтін, жоғары, үздіксіз жылжытылып отырады. Ол үшін қалыпты ұстап тұратын арнаулы жабдықтардың керегі болмайды, олардың орнын ғимарат немесе құрылыстың біртіндеп, жоғарылап отыратын, өз қабырғалары ауыстырады. Қалыптарды ғимарат немесе құрылыс қабырғасына бетондалған тік стерженьге тірелген бұрандалы немесе гидравликалық домкраттардың көмегімен көтеріп отырады. Сырғымалы қалыптың құрылыс тәсімі 161-суретте берілген.

Биіктігі 110 – 120 см екі тақтайлы немесе металл қабырғалы қалыпқа (7) бетон қоспаны құяды (салады); қабырғаларын бірбірімен жоғары және төменгі айналмалы құрылғымен (кружалаларымен) (5) жалғастырады. П әрпі тәріздес металл рамадан (4), стерженьдері (2) және буксалары (1) бар домкратты қондырғы, қалып периметрімен әр 1,5 – 2 метр сайын орналасқан. Домкраттар

арқылы жұмыс еденінен барлық салмақ, қалыптың өз салмағы және үйкеліс күші домкраттар стерженіне түседі. Жұмыс еденінің конструкциясы тұрақтан (3) және қырынан қойылған демеуші балкалардан (2) тұрады. Жұмыс еденінен бастап арматураны, бетонды салып қалыпты көтереді. Бетон қабырғасын әрілеу үшін домкрат рамасына астыңғы тұрақты (8) іледі.

Қалып қабырғасын көтеру кезіндегі үйкелісті азайту үшін, қабырғаларын бір-біріне қарай еңкейтіп, биіктігі бойынша 0,5 – 0,8 % конус сияқты түрге келтіреді. Мұнда бетон қабырғасының қалыңдығы 15 – 20 см және қалып биіктігі 110 – 120 см, сызықтық өлшемде 6 – 10 мм құрайды.

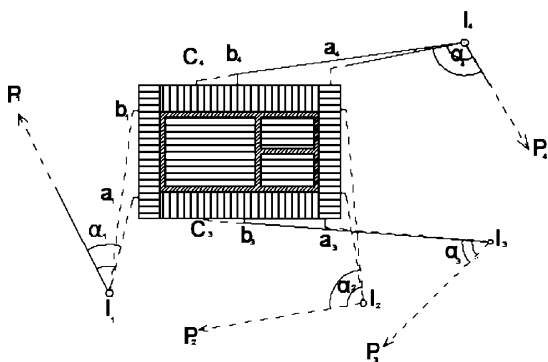


162-сурет. Сырғымалы қалыптың құрылыс тәсімі

1 – букслары (стерженьге бұралатын тетік); 2 – стержень; 3 – тұрақ;
4 – рама; 5 – бұрыла жапқыш қондырғы (кружала); 6 – балкалар;
7 – қалыптар; 8 – астыңғы тұрақ

Жылжымалы қалыпты жайлап, тең көтереді. Көтеру жылдамдығы бетонның қату мерзіміне және температураға байланысты болады. Ауысылым ішінде қалыңдығы 1,25 – 1,5 м жұқа қабырғалы, ал массивті қалың қабырғалы құрылыстың қабырғасын 2,8 – 3 м дейін көтеруге болады.

Жылжымалы қалыптың құрылысымен және оны сырғыта жылжыту әдістерімен таныса отырып, бұл жұмысты геодезиялық іспен қамтамасыз етудің кейбір ерекшеліктері бар екенін байқауға болады, сондықтан мұндай әдіспен ғимараттарды тұрғызу жұмыстарына жоғары талаптар қойылады. Сол ерекшеліктердің бірі – сырғымалы қалыптың орнын ауыстыру кезінде, жедел геодезиялық өлшеулер жүргізіп, нәтижесін өңдеп және де қалыптың орналасу жағдайына, жылжыту талаптарына өзгертулер енгізіп үлгеру керек.



163-сурет. Ғимараттың тік салынғандығын анықтау тәсімі

Жылжымалы қалыпты орнатуды қадалау жұмыстарын жүргізбестен бұрын астыңғы қабаттағы орындалған жұмыстарды түсіріп, тәсімін жасайды. Фундамент плитасының ең жоғарғы нүктесін нивелирлеу нәтижесі арқылы анықтап, қалыптың табанын сол нүктеден 2-3 см жоғары орнатады.

Жылжымалы қалыптың бақылап отыратын элементтерінің бірі – жұмыс едені. Жұмыс еденінің қисықтығы қалыптың бір жағына ауысып, пішіні өзгеріп құрылыс қабырғасының өзгеруіне әкеліп соғуы мүмкін. Жұмыс едені құрылысы жағынан домкратпен жалғасқандықтан, жұмыс еденінің жазықтығын екі қайта нивелирлейді: бетон қоспасын құймастан бұрын және бір секциясын бетондап болған соң. Нивелирлеу нәтижесін өңдеуді жеңілдету үшін арнаулы сантиметрлі бөлігі бар рейканы қолданады. Рейканы әр домкратқа қойып, шартты нөлдік деңгейден қай домкраттың қанша жоғары немесе төмен екендігін анықтайды.

Қалыптың жоғары қарай тік жылжуын бақылау, әртүрлі әдіспен іске асуы мүмкін: арнаулы құрылысты жіпке ілінген тіктеуіш арқылы; теодолит пен тік проекциялау әдісімен және тік проекциялау жабдығы арқылы. Салынбақшы құрылыстың пішіннобайына байланысты жоғарыдағы әдістің бірімен, ғимарат қабырғасының тіктігін бақылап отырады.

Мысалы, пландағы нобайы тік бұрышты құрылыс үшін (162-сурет), l_1, l_2, l_3 және l_4 теодолит орнататын нүктелерді таңдап, осы нүктелерден қалыптың барлық $a_1, b_1; a_2, b_2; a_3, b_3, c_3; a_4, b_4, c_4$ тірек кронштейндері көрініп тұрғандығын қадағалайды. Әрі қарай P_1, P_2, P_3 және P_4 төрт бағдарлау нүктелерін таңдайды, бұл нүктелер ретінде, құрылыс біткенше сақталатын, жергілікті кез келген

құрылым нүктелерін алуға болады. Теодолитті кезегімен l_1, l_2, l_3 , және l_4 нүктелерінің үстіне орнатып, a_1, a_2, a_3 және a_4 бұрыштарын бірнеше қайталау әдісімен өлшейді. Өлшенген бұрыштарды бастапқы берілімдер ретінде қабылдайды. Жылжымалы қалыпты кезекті тексеріс кезінде сол бұрыштарды өлшеп, бетондауды бастаған кездегі бастапқы шамаларымен салыстырып, қабырғаның тік немесе ауытқуы бар екендігін анықтайды. Кронштейндердің бұрыштық ауытқу шамаларын бастапқы және келесі өлшеулер нәтижесінің айырмасы ретінде табады. Әр кронштейннің тік жағдайынан ауытқу шамасын келесі формуламен есептеуге болады:

$$g_i = \frac{d\alpha}{\rho} D, \quad (199)$$

мұндағы da – бұрыштық ауытқу шамасы, c ;
 D – теодолиттен кронштейндегі бағыттау нүктесіне дейінгі қашықтық;
 $r = 206\,265''$.

Есептеу кезінде бағыттау сәулесінің ауысу мәнін есепке алып, орындалған жұмыстың тәсіміне түсіреді.

Жылжымалы қалыппен бетондау технологиясындағы ерекше мән беретін, жұмыстардың бірі – домкраттарды түзету. Жылжымалы қалыпты бетон-қоспаны құюға, әрі қарай жұмыс істеу майданымен қамтамасыз етілген және арматураны орнатуға болатын ең жоғарғы шамасына көтеріп алады да, домкраттарды түзетеді.

Жылжымалы қалыппен жұмыс істеуде, оны геодезиялық іспен екіпінді қамтамасыз ету үшін, орындалған жұмысты түсіру бланктерін дайындап алу керек және де сол таза бланкке домкраттарды әр қозғағандағы нақтылы биіктік шамаларын түсіріп отырады.

Бақылау сұрақтары:

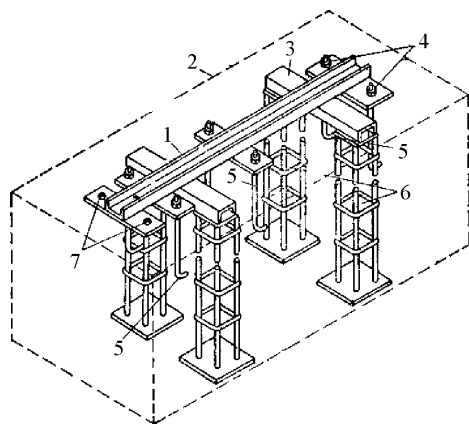
1. Құрылыс-монтаждау кездеріндегі геодезиялық жұмыстарды атаңыз.
2. Жерүсті құрылыс-монтаждау жұмыстарының түрлерін атаңыз.
3. Геодезиялық қалау негіздерін құрудағы қателерді атаңыз.
4. Құрылыс нормалары және ережелері неден құрылады?
5. Құрылыс-монтаждау жұмысының дәлдік сипаттамалары деген не?
6. Нөлдік денгей дегеніміз не?
7. Көлбеу проекциялық әдіс дегеніміз не?
8. Монтаждау жұмыстарына ось қалай шығарылады?
9. Бағаналарды тік қалыпты жағдайына қалай келтіріледі?
10. Кран рельстерін қалай тексереді?

XVII тарау

ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫ МОНТАЖДАУ КЕЗІНДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР

§ 17.1 Монтаждау алдындағы геодезиялық дайындық жұмыстары

Технологиялық жабдықтарды алдын ала жерге кіретін бөлігіне металл анкерлі болт салып құйылған темірбетонды фундаментке орнатады. Болттардың өлшемдері және оларды фундаментке қалай салып, бекітетіні жабдықтардың жұмыс сызбаларында көрсетіледі, мұнда сонымен бірге монтаждау осьтері, олардың ғимарат немесе құрылыстың бас осьтерімен байланысы көрсетіледі.



164-сурет. Кондуктор бойынша фундамент болттарын орнатудың тәсімі.
*1 – швеллер; 2 – қалып; 3 – көлденең балка, 4 – гайка; 5 – анкерлік болт;
6 – бағана; 7 – тесік*

Фундаменттің биіктік жағдайын (биіктік орнын) ғимараттың немесе құрылыстың маңында орналасқан реперлерден немесе жабдық фундаментінің бетондалған бөлігіне салынып, бекітілген реперден бастап нивелирлеу арқылы анықталады. Мұндай монтаждау реперлері, бас биіктік негіздеріне тірелген (байланысқан) құрылыс алаңындағы нивелирлеу торын құрады.

Фундаменттің бетондалған төменгі бөлігіне салынып, бекітілген монтаждау жұмыс осьтері белгілерінің пландық орындырын теодолиттің көмегімен анықтайды. Бұл белгілер арматура кесіндісі, соғылған шегелер немесе әртүрлі құрылысты металл құрсаулар болуы мүмкін. Белгілерді монтаждау жұмыстары біткенше және істелген жұмыстарды қабылдағанша сақтайды. Белгілер арқылы конструкцияларды жобалық орнына орнатады және фундаменттің жазық және тік жазықтықтарда жылжуын бақылайды.

Технологиялық жабдықтардың фундаменттерін монтаждауға дайындаудың ең бір керекті жұмыстарының бірі – анкерлік болттарды жобалық орнына бекіту болып саналады. Оларды орнатудың жоғарғы дәлдігі профильдік болаттан жасалған арнаулы кондукторлар арқылы іске асады. Прокатты станның жұмыс клеттерін монтаждауда қолданылатын мұндай кондукторлардың конструкциясы 164-суретте көрсетілген. Швеллер (1) кесіндісіне екі көлденең балка (3) пісіріліп жалғанған, ол профильді металдан жасалған тік бағанаға (6) тірелген. Анкерлі болттар (5) үлкен диаметрлі болса, тік бағаналар (6) арматураны салмастан бұрын тұрғызылады, ал кіші диаметрлі болттар мен бағаналар бір уақытта орнатылады. Монтаждау жұмыс осьтері арқылы кондукторды берілген жобалық биіктікке орнатады. Анкерлік болттарды тесікке (7) кіргізіп, гайкаларға (4) іледі. Болттардың тіктігін, араларына пісіріліп жалғасқан тіреулер арқылы қамтамасыз етеді. Берік бекітілген фундамент қалыбының (2) ішіне барлық кондуктор жүйесі орналасады. Фундаментті бетондамас бұрын, орындалған жұмыстың тәсімін жасайды да, мұнда фундамент қаңқасының жобадан пландық және биіктік ауытқуларын көрсетеді. Ауытқу шамалары төменде келтірілген мәндерінен аспаулары керек:

1. Пандағы фундаменттің негізгі өлшемдері, ± 30 мм;
2. Фундамент биіктігі бойынша, қосымша сылақты қоспағанда, ± 30 мм;
3. Пандағы кертпеш өлшемдерінен, ± 20 мм;
4. Анкерлі ұя қимасының өлшемдерінен, ± 20 мм;
5. Кертпеш биіктігімен шұңқыр және құдық өлшемдері, ± 20 мм;
6. Пандағы анкерлі болт осьтері бойынша өлшемдері, ± 5 мм;

7. План бойынша бетонға салынбақшы құрылым осьтерінің өлшемдері, ± 10 мм;

8. Биіктік бойынша анкерлі бұранда ұшының өлшемдері, ± 20 мм.

Қалыпқа бетон қоспаны құю кезінде, анкерлі болттың бұранда сызықтары (резбасы) бар бөлігін мүмкін болатын бұзылудан сақтау керек. Фундаменттің монтаждау жұмысына дайын болғанын, орындалған жұмыстың тәсімінде көрсетілетін, тексеру өлшемдерінің нәтижелері арқылы жүргізіледі. Мұнда фундаменттің жобалық және нақтылы биіктік шамалары; фундамент осьтерін байланыстыру; фундаменттің жерге салынатын бөлігінің жобалық және нақтылы биіктік шамалары; осьтер және репер белгілерінің орындары көрсетіледі. Фундаменттің монтаждау жұмысына дайындығын, тапсырма берушінің және монтаждау мекемесінің қол қойылған акт арқылы құжат дайындалады да, әрқайсысына бір-бір данасы табыс етіледі.

§ 17.2 Технологиялық жабдықтарды монтаждаудағы қадалау жұмыстарының негізгі әдістері

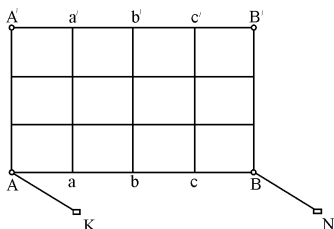
Технологиялық жабдықтарды монтаждау үшін оның ұзынабойлық және көлденең осьтерін жоғары дәлдікпен жер бетіне (орнататын деңгейге) шығарады. Мысалы, табақты шыныны тегістеу (шлифовка), жылтырату конвейрінің бас осін жер бетіне шығару ауытқуы $1,5$ мм, ал көлденең осьтерінің аралық ауытқуы ± 5 мм. Прокат жабдықтарын орнату кездеріндегі технологиялық желілердегі машина осьтерінің жобалық жағдайынан ауытқулары ± 1 мм аспауы керек. Конвейр жолдарының бағытын одан да артық дәлдікпен орнатады.

Геодезиялық өлшеулерге мұндай жоғарғы дәлдік талаптары кезінде фундаментке бірінші *A/II*, *I*, *B/I* ұзынабойлық осі және екінші *A/II*, *II*, *B/II* көлденең осьтерін қатарлы бақылау әдісін пайдаланып теодолитпен шығарады (3.68-сурет). Ұзынабойлық және көлденең осьтерінің арасын болат таспамен немесе инварлы өлшеу жабдығымен екі рет, керекті түзетулерді есепке ала отырып өлшейді. Ұзынабойлық және көлденең осьтердің қиылысу нүктелеріндегі бұрыштарды 2-3 қайталау амалдарымен өлшейді.

Ұзындық және бұрыштық өлшемдер нәтижелерін жобалық шамаларымен салыстырып, шектік шамалардан асып кеткен жағдайда, осьтерді бекіткен белгілерді жобалық орынына келгенше жылжытады.



165-сурет. Технологиялық жабдықтарды монтаждау осьтерінің тәсімі



166-сурет. Монтаждау торының тәсімі

Монтаждау торын үш сатылап құрады. Бірінші сатысында торды алдын ала құрып, осьтердің қиылысу нүктелерін уақытша бекітеді, себебі соңғы сатысында оларды орнынан ауыстыру қажет болуы мүмкін (166-сурет). $AA'B'B$ пішінінің AB қабырғасын жалпы құрылыс мақсатында құрылған M және N геодезиялық негіз тірек нүктелеріне байланыстырады. AB сызығының бойында өлшей отырып, шаршы немесе төртбұрыш қабырғаларының ұзындығына сай A , a , b , c және B нүктелерін белгілейді де, сол нүктелерден теодолиттің көмегімен AA' , aa' , bb' , cc' , BB' перпендикулярларын тұрғызып өлшеулер арқылы келесі пішін торының төбелерін табады.

Екінші сатысында $AA'B'B$ төртбұрышының периметрімен полигометриялық жүріс жүргізіп, ондағы бұрыштық және сызықтық өлшемдерін жоғары дәлдікпен өлшейді. Нәтижесінде, торды тендеп болғаннан кейін, оның сыртқы периметрі бойынша төбелерінің координаталарын анықтайды. Полигонның ішкі $AA'B'B$ төбелерінің координаталарын қатар бақылау әдісімен табады.

Үшінші сатысында редуциялау түзетуі іске асады, яғни бірінші сатысында белгіленген уақытша центрлерді ауыстыра отырып, жобалық орнына бекітіледі. Ол үшін тенделген және жобалық координаталар айырмашылықтары арқылы қате ұзындығын және оның бағытын анықтайды. Белгі төбесінде центрді жылжыту өте кішкентай алаңда жүргізілетіндіктен, бірінші сатысында торды қалауды алдын ала есептелінген дәлдікпен жүргізуді 10-кестеге

сай атқару керек. Технологиялық желі ұзындығы әжептеуір болуы мүмкін, сондықтан осьтерді секцияға бөліп қадалайды.

§ 17.3 Орындалған жұмысты түсіру құжаттарын дайындау

Құрылыстың нақтылы жағдайын орындалған жұмыстың түсірісінен көруге болады, мұнда оны пайдалану кездеріндегі барлық инженерлік жұмыстарға керекті берілімдері көрсетілген. Мекемені салу кезінде құрастырылған орындау құжаттары, генпланды жобалау, қайта құру немесе мекемені кеңейту жобаларының негізі бола алады. Тұрғын үй немесе өндірістік ғимараттарын салу кездеріндегі орындалған жұмысты түсіру құжаттарының құрамы және тізімі арнаулы нұсқаулар мен ереже, талаптармен анықталады. Әр саладағы құрылыс үшін келесі құжаттар қалай да дайындалуы керек: жазық және тік жазықтықтардағы тегістеу құжаттары; ғимарат және құрылыс бойынша құжаттар; инженерлік тораптардың құжаттары.

Құрылыс нысанында орындалған жазық және тік жазықтықтарда тегістеу көлемдері, толықтығы және сапасы құрылыс алаңының барлық территориясында орындалған жұмысты түсірген топографиялық план арқылы бағалануы мүмкін. Мұндай пландар сол жердегі құрылым жиілігіне байланысты 1:500, 1:1000 және 1:2000 масштабтардың бірімен құрастырылады. Планда көрсетілетіндер: мекеменің шекарасы; территорияны тегістеудің айтулы жерлері: еңкіштік бағыты, кемерлер, тепкішектер, жыралар, тірек қабырғаларының, сатыларының және де басқа құрылымдардың орналасуы биіктік шамаларымен қоса көрсетіледі; тік жазықтықта тегістелу жасалған территория элементтерінің тәсімі; түсу, шығу биіктіктері, мекеме ішіндегі темір жол рельсі бастарының және автожолдар осьтерінің биіктіктері және басқалары. Графикалық материалдарға қоса сандық сипаттамалы құжаттар қоса тапсырылады: координаталар және биіктік есептеу журналдары, ғимарат және құрылыс сызбалары, ерекшеліктері, сұлбалық сызбалары және басқалары.

Ғимарат және құрылыстағы орындалған жұмысты түсіру құжаттары әр қабаттық және әр ярустық пландары, ғимарат және

құрылыс қималары, осьтерді қалау, оларды бекіту және басқаларынан тұрады. Пландар мен қималарды ірі 1:100, 1:200 және 1:500 масштабтарда құрады. Пландар мен қималарда барлық құрылыс осьтерін геодезиялық пландық және биіктік тірек қосындарына байланыстарымен қоса көрсетеді. Фундамент планында, олардың өлшемдерін және құрылымдық элементтерін, инженерлік тораптардың кіру орындарын, машиналардың, жабдық фундаменттерінің орындарын, еден, ғимаратқа кіру биіктік шамаларын, ғимарат элементтерінің, құрамдық бөліктерінің қандай материалдардан жасалғанын көрсетеді.

Инженерлік тораптарды салудағы орындалған жұмысты түсіру құжаттарын, олардың әр түрі бойынша классификацияға бөліп көрсетеді: жер беті, жер үсті және жер асты тораптары. Құжаттар план, ұзынабойлық және көлденең профильдер түрінде, әртүрлі журналдары кестелерімен қоса дайындалды.

3.5-кесте.

Орындалған жұмысты түсіру пландарының масштабтары

Трасса бойындағы инженерлік құрылымдар және тораптар	План	Ұзына бойлық профильдер		Көлденең профильдер
		Жазық	Тік	
Жер беті және жер үсті (ауадағы)	1:10 000	1:5000	1:500	1:200
	1:5000	1:2 000	1:200	1:100
	1:2000	1:1000	1:100	1:50
	1:1000	1:500	1:50	1:50
Жер асты	1:1000	1:2000	1:200	1:200
	1:500	1:1000	1:100	1:100
	1:200	1:500	1:50	1:50
	-	1:200	1:50	1:50

Пландарда инженерлік торап трассаларын бекітетін пландық және биіктік геодезиялық белгілерді, бекеттерді, бұрылу бұрыштарын, бұрылыс элементтерін; трасса бойында орналасқан инженерлік құрылыстардың (көпірлердің, құбырлардың, астаулардың, дюкерлердің және басқаларының) координаталарын және биіктік шамаларын; трасса жолағымен, оның бойындағы жер бедерін, құрылымдарды, сонымен бірге трасса бойындағы көлденең профильдерін нұсқай отырып көрсетеді.

Орындалған жұмысты түсіру планының ұзынабойлық және көлденең профильдерінің құрылыс жұмыстарын геодезиялық іспен қамтамасыз етудегі кеңінен қолданылатын масштабтары 3.5-кестеде көрсетілген.

Жер беті инженерлік тораптары топтарына – жер бетімен жүргізілетін автомобиль және темір жолдар, әртүрлі каналдар, құбырлар жатады.

Жер үсті инженерлік тораптарына арнаулы бағаналарда (мұнараларда) орналасқан аспалы, канатты және рельсті жолдар, электр желісі және байланыс тораптары жатады.

Жер асты инженерлік тораптарына жер бетінің деңгейінен төмен салынатын су құбырлары (ауыз су, өндірістік, өрт сөндіруге арналған техникалық), канализация (тұрмыстық, өндірістік, жауын-шашын және басқалары), газ құбырлары, жылу тораптары, электр және байланыс кабельдері, туннельдер және басқалары жатады.

Бақылау сұрақтары:

1. Технологиялық жабдықтарды монтаждау кезіндегі геодезиялық жұмыстарды атаңыз.
2. Технологиялық жабдықтарды монтаждау кезіндегі қалау жұмыстарының негізгі әдістерін атаңыз.
3. Фундаменттің Бас осі қай жерден өтеді?
4. Ұзынабойлық және көлденең осьтердің қиылысу нүктелеріндегі бұрыштарды қандай әдіспен өлшейді?
5. Ұзынабойлық және көлденең осьтердің арасын немен өлшейді?
6. Технологиялық жабдықтарды жазық жағдайға келтіруде қандай әдістер қолданылады?
7. Орындалған жұмысты түсіру құжаттарына не жаттады?
8. Орындалған жұмысты түсіру қандай масштабта орындалады?
9. Монтаждау торы дегеніміз не?
10. Монтаждау жұмыстарының қандай профильдері болады?

ТЕСТ СҰРАҚТАРЫ

\$\$\$ 1

Құрылыс салынатын аумақта орындалатын, құрылыс жобасын жасауға арналған жұмыстарды қалай атайды?

- A) Инженерлік зерттеу жұмыстары
- B) Геология жұмыстары
- C) Топографиялық жұмыстар
- D) Іздеу жұмыстары
- E) Керек жұмыстар

\$\$\$ 2

Инженерлік зерттеу жұмыстарының мақсатын айтыңыз.

A) Құрылыс салынатын аумақтың экономикалық және табиғаттық жағдайын анықтау

- B) Құрылыс салынатын аумақтың биіктік мәнін анықтау
- C) Құрылыс салынатын аумақтың географиялық координатасын анықтау
- D) Құрылыс салынатын аумақтың өзендерін, көлдерін зерттеу
- E) Құрылыс салынатын аумақтың халқының санын анықтау

\$\$\$ 3

Инженерлік зерттеу жұмыстарының неше сатыға бөлінетінін айтыңыз.

A) Үш сатыға бөлінеді: Құрылыстың ТЭН, ТЭЕ және жобасын жасауға, құрылысты салуға арналған сатылары

B) Төрт сатыға: құрылыстың планын сызуға, құнын және тиімділігін есептеуге, құрылысты салуға арналған сатылары

C) Бір сатымен орындалады, құрылыстың негізгі жоспарын жасауға арналған сатысы

D) Екі сатыға бөлінеді, құрылыстың жобасын жасауға, құрылысты салуға арналған сатылары

E) Ешқандай сатыға бөлінбейді барлық керек жұмыстар бірден орындалады

\$\$\$ 4

Инженерлік зерттеу жұмыстарының бірінші сатысы неше бөліктен тұрады?

A) Екі бөліктен – экономикалық және техникалық

B) Үш бөліктен – экономикалық, техникалық және пландық

C) Төрт бөліктен – экономикалық, техникалық, пландық және жобалық

D) Ешқандай бөлігі жоқ тұтас орындалады

E) Алты бөліктен – жоғарыда көрсетілген бөліктерге, жоспарлық және сұлбалық бөліктер қосылады

\$\$\$ 5

Инженерлік геодезия жұмыстары қандай мақсатпен орындалады?

- A) Құрылыс салынатын аумақтың топографиялық планын сызу және құрылыстың геодезиялық сапасын қамтамасыз ету
- B) Салынатын құрылыстың халық шаруашылығына тиімділігін анықтау
- C) Салынатын құрылысты дұрыс бағыттау
- D) Салынатын құрылысты табиғат құбылысынан қорғау
- E) Салынатын құрылыстың топологиясын жазу

\$\$\$ 6

Инженерлік геодезия жұмыстарын орындау үшін қандай құжаттар керек?

- A) Техникалық тапсырма және жұмыс орындауға берілген рұқсат қағаз
- B) Техникалық нұсқау
- C) Құрылыс мәндері мен ережелері
- D) Құрылыстың жоспары
- E) Құрылыстың қоршаған ортаға қауіпсіздігі туралы мәлімет

\$\$\$ 7

Аумақты ғимараттың құрылысына арналған инженерлік зерттеу жұмыстарының сызықты ғимараттарға арналған инженерлік зерттеу жұмыстарынан айырмашылығы қандай?

- A) Зерттеу жұмыстары сызықты ғимараттың осінің бойында орындалады
- B) Ешқандай айырмашылығы жоқ
- C) Орындалатын зерттеу жұмыстарының көлемі мен мазмұнында
- D) Аумақты ғимараттың биіктік мәндері анықталады
- E) Құрылыстардың планының сызылатын масштабында

\$\$\$ 8

Құрылыс салынатын аумақтың топографиялық планы қандай масштабта сызылады?

- A) Техникалық тапсырмада көрсетілген масштабта
- B) 1: 10000 масштабта
- C) 1: 20000 масштабта
- D) 1: 25000 масштабта
- E) Бұйрықта көрсетілген масштабта

\$\$\$ 9

Сызықты ғимараттың бұрылу бұрышы неше градустан үлкен болмағаны жөн?

- A) 15° - 20°
- B) Бұрылу бұрышы ешнәрсеге әсер етпейді
- C) 25° - 30°
- D) 40° - 45°
- E) 35° - 20°

\$\$\$ 10

Инженерлік зерттеу жұмыстарын орындаудың қазіргі тәсілдерін айтыңыз.

А) Жердің жасанды серіктерін пайдалану, жердің бетінің бедерін арифметикалық сан түрінде беру, жобаны жасауды автоматтандыру, есептеу және сызу жұмыстарына компьютерді пайдалану

- В) Ешқандай жаңа тәсілдер жоқ
- С) Есептеу жұмыстарында таблицаны қолдану
- Д) Арифмометрдің көмегімен сызу
- Е) Координаталарды көшіріп жазу

\$\$\$ 11

Салынатын құрылыстың жоспары масштабы қандай картаға сызылады?

- А) Масштабы 1: 10000, 1: 25000.
- В) Масштабтың ешнәрсеге әсері жоқ, қолда бар картаға немесе планға сызылады
- С) Масштабы 1 : 50000, 1: 20000 пландарға
- Д) Масштабы 1 : 5, 1: 2 пландарға
- Е) Сұлбасы сызылады

\$\$\$ 12

Құрылыстың аумағына бекітілетін геодезиялық қазықтар қандай жерге бекітіледі?

- А) Ұзақ сақталатын, қолдануға ыңғайлы жерге
- В) Кез келген жерге
- С) Үйдің төбесіне
- Д) Бекітпеуге болады
- Е) Техникалық тапсырмада көрсетілген жерге

\$\$\$ 13

Жаңадан бекітілген геодезиялық қазықтардың координаталары қандай жүйеде есептеледі?

- А) Сол аумақта бұрын орындалған геодезиялық жұмыстардың жүйесінде, мемлекеттік жүйеде
- В) Қалалық координаталар жүйесінде
- С) Жеке координаталар жүйесінде
- Д) Келісілген координаталар жүйесінде
- Е) Шартты координаталар жүйесінде

\$\$\$ 14

Масштабы 1:5000 чч 1:500 топографиялық планды сызу үшін бекітілетін геодезиялық қазықтар торын құруға қандай талап қойылады?

- А) Жаңадан бекітілетін геодезиялық қазықтар өзінен бір класс жоғары геодезиялық қазықтарға негізделуі керек
- В) Ешқандай талап қойылмайды

- С) Жеке жүйеде құруға болады
- Д) Әрбір шаршы шақырымға бір қазық бекітілсе болады
- Е) Бұрыштарды 20" дәлдікпен өлшеуге болады

\$\$\$ 15

Екінші класты қазықтар тізбегінің бұрыштарын қандай ортақ квадратты қатемен өлшеуге болады?

- А) 1" дәлдікпен
- В) 2" дәлдікпен
- С) Өлшеу дәлдігі жұмыс сапасына әсер етпейді
- Д) 1'5" дәлдікпен
- Е) Ұзындықты дәл өлшеу жеткілікті.

\$\$\$ 16

Қандай жағдайда 4 класты триангуляция қазықтарын 4 класты қазықтар тізбегімен ауыстыруға болады?

- А) Экономикалық тиімді жағдайда
- В) Кез келген жағдайда
- С) Бұрыштарды өлшеу мүмкін болмаса
- Д) Ұзындық өлшенбесе
- Е) Ауа райы нашар болса

\$\$\$ 17

Үшбұрыштардың бұрыштарының ортақ квадратты қатесін $m_{\text{бұр}}$, қандай формуламен есептейді?

- А) $m_{\text{бұр}} = \sqrt{\frac{\omega^2}{3n}}$
- В) $m_{\text{бұр}} = \sqrt{[\Delta^2]}$
- С) $m_{\text{бұр}} = \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n(n-1)}}$
- Д) $m_{\text{бұр}} = \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}}$;
- Е) $m_{\text{бұр}} = \frac{m}{n}$;

\$\$\$ 18

Қатынас қате қалай жазылады?

- А) 1 / 15000
- В) 1x15000
- С) 1- 15000
- Д) 1+ 15000
- Е) 5 – 8 шақырым аралығында

\$\$\$ 19

Қала ішінде құрылатын, бірінші дәрежелі геодезиялық қазықтар тізбегі қанша шақырымнан ұзын болмауы керек?

- A) 5 шақырымнан
- B) 3 шақырымнан
- C) шексіз
- D) 10 шақырымнан
- E) Жұмыс орындаушының еркінде

\$\$\$ 20

Геодезиялық қазықтар жердің астына неше метр тереңдікте бекітілуі, және жердің бетіне неше метр шығып тұруы керек?

- A) Жердің қатып қалатын қыртысынан жарты метр төмен, жердің бетімен бірдей
- B) Жалпы ұзындығы 1,5 метр болса болды
- C) Жалпы ұзындығы 2,0 метр болса болды
- D) Жалпы ұзындығы 2,2 метр жердің бетіне 0,2 метр шығып тұруы керек
- E) Жұмыс орындаушының еркінде

\$\$\$ 21

Геодезиялық белгілерді жобалау қандай құжатқа негізделеді?

- A) Техникалық тапсырмаға, нұсқауларға
- B) Бастықтың бұйрығына
- C) Құрылыс ережелері мен мәндеріне
- D) Қауіпсіздік ережелеріне
- E) Ауа райының тұрақтылығына

\$\$\$ 22

Геодезиялық белгілердің бекітілу керек дәлдігін қандай формуламен есептейді?

A) $m_F = \mu \sqrt{\frac{1}{P_F}}$

B) $m_F = m \sqrt{n}$

C) $m_F = \frac{c}{p}$

D) $m_F = 1,54n$

E) $m_F = 2n \sqrt{5}$

\$\$\$ 23

Геодезиялық қазықтардың торын жобалау үшін қандай мәліметтер жинайды?

- A) Сол аумақта орындалған геодезиялық жұмыстар, бекітілген геодезиялық белгілер жайлы мәліметтер
- B) Сол аумақта салынған құрылыстар жайлы мәліметтер
- C) Сол аумақтың ауа райы жайлы мәліметтер
- D) Аумақтың көлемі жайлы мәліметтер
- E) Аумақтағы мекемелер жайлы мәліметтер

\$\$\$ 24

Геодезиялық қазықтардың торын құрудың жобасының құрамы, көлемі қандай болады?

- A) Техникалық тапсырмаға, нұсқауға сәйкес
- B) Нұсқауға сәйкес
- C) Бұйрыққа сәйкес
- D) Құрылыс ережелері мен мәндеріне сәйкес
- E) Жобашының еркінде

\$\$\$ 25

Жобаланған геодезиялық жұмыстар қандай ретпен орындалады?

- A) Жобада көрсетілген ретпен
- B) Құрылыс салынатын ретпен
- C) Ауа райының ретімен
- D) Бастықтың бұйрығымен
- E) Нұсқауда көрсетілген ретпен

\$\$\$ 26

Геодезиялық қазықтардың торының жобасына қандай құжаттарды тігеді?

- A) Нұсқауда, техникалық тапсырмада, құрылыс мәндері мен ережелерінде көрсетілген құжаттарды
- B) Бастық айтқан құжаттарды
- C) Жобашының айтқан құжаттарын
- D) Барлық есептер мен журналдарды
- E) Тордың сұлбасын

\$\$\$ 27

Геодезиялық жұмыстарды орындауға техникалық тапсырманы кім дайындайды?

- A) Құрылыс салатын, құрылысты қолданатын мекеме
- B) Аумақтың әкімі
- C) Облыстың әкімі
- D) Жоба жасайтын мекеме
- E) Құрылыста жұмыс істейтін жұмысшылар

\$\$\$ 28

Орындалған геодезиялық жұмыстың есебін кімге тапсырады?

- A) Тапсырма берген мекемеге рұқсат берген мекемеге
- B) Құрылыс салатын мекемеге
- C) Аумақтың әкіміне
- D) Облыстың әкіміне
- E) Геодезиялық инспекцияға

\$\$\$ 29

Орындалған геодезиялық жұмыстың есебінің құрамын айтыңыз.

- A) Техникалық тапсырмада, нұсқауда, құрылыс ережелері мен мәнде-
рінде көрсетілгендей
- B) Құрылыс салатын мекеменің талабына сәйкес
- C) Аумақтың әкімінің талабына сәйкес
- D) Облыстың әкімінің талабына сәйкес
- E) Геодезиялық инспекцияның талабына сәйкес

\$\$\$ 30

Инженерлік геодезия жұмыстарын орындау үшін құрылатын геоде-
зиялық тордың міндетін айтыңыз.

- A) Жер бетінің топографиялық планын, салынатын құрылыстың гео-
дезиялық сапасын қамтамасыз ету
- B) Жердің топографиялық планын сызу
- C) Жер бетінің биіктік мәнін есептеу
- D) Әкімнің тапсырмасын орындау
- E) Геодезиялық инспекцияның тапсырмасын орындау

\$\$\$ 31

Инженерлік геодезия қазықтарының торын қандай құжатқа сәйкес
құрады?

- A) Жобаға сәйкес құрады
- B) Бұрынғы орындалған геодезиялық жұмысқа сәйкес құрады
- C) Техникалық тапсырмаға сәйкес құрады
- D) Нұсқауға сәйкес құрады
- E) Жұмыс орындаушының еркі біледі

\$\$\$ 32

Инженерлік геодезия торының ерекшеліктерін айтыңыз.

- A) Тордың мөлшері шектеулі, жұмыс орындау жағдайы өте күрделі,
пішімдері құрылыс түрлерімен сәйкес
- B) Тор жеке шартты жүйеде құрылады
- C) Тордың пішімдері нұсқауда көрсетілгендей
- D) Тордың тізбегі өте ұзын
- E) Белгілер кез келген жерге бекітіледі

\$\$\$ 33

Геодезиялық қазықтардың торын құрудың тәсілдері қалай таңдалады?

- A) Құрылыс салынатын аумақтың бедерін, тордың керек дәлдігін, құрылыстың аумағын ескеріп
- B) Тордың атқаратын міндетін ескеріп
- C) Тордың пішінін ескеріп
- D) Нұсқауды ескеріп
- E) Техникалық тапсырманы ескеріп

\$\$\$ 34

Геодезиялық қазықтардың торын құрудың «аралас тәсілдері» деген қандай тәсіл?

- A) Бірнеше тәсілдің қатар қолданылуы
- B) Тәсілдердің құрылыспен қатар қолданылуы
- C) Тәсілдердің нұсқаумен сәйкес қолданылуы
- D) Тәсілдердің техникалық тапсырмаға сәйкес қолданылуы
- E) Тәсілдердің бұйрықпен қатар қолданылуы

\$\$\$ 35

Геодезиялық биіктік қазықтарының торын қалай құрады?

- A) Геометриялық нивелирлеу әдісімен
- B) Тригонометриялық нивелирлеу әдісімен
- C) Барометрлік нивелирлеу әдісімен
- D) Гидростатикалық нивелирлеу әдісімен
- E) Аралас әдіспен

\$\$\$ 36

Геодезия қазықтарының триангуляция торының, геодезия қазықтарының басқа торларынан айырмашылығы неде?

- A) Қазықтар торының пішімінде және құрылу әдісінде
- B) Тордың қабырғаларының ұзындығында
- C) Тордың нұсқауға сәйкес құрылатындығында
- D) Тордың құрылу дәлдігінде
- E) Тордың қарапайымдылығында

\$\$\$ 37

Үшінші класты триангуляция торының қабырғаларының ұзындығы қанша километр аралығында өзгереді?

- A) 5 – 8 километр аралығында
- B) 8 –10 километр аралығында
- C) Ұзындықтары шектелмейді
- D) Ұзындықтары нұсқауда көрсетіледі
- E) Ұзындықтары техникалық тапсырмада көрсетіледі

\$\$\$ 38

Триангуляция торының қазықтарын қандай геодезиялық жұмысты орындау үшін пайдаланады?

- A) Жобалық сызықтарды жердің бетіне және жердің топографиялық планын сызу үшін
- B) Техникалық тапсырманы ұмытпау үшін
- C) Нұсқауды орындау үшін
- D) Бұйрықты орындау үшін
- E) Құрылыстарды бояу үшін

\$\$\$ 39

Тоннель құрылысына арналған геодезиялық жұмыста бірінші дәрежелі тордың бұрышын қандай ортақ квадратты қатемен өлшеуге болады?

- A) $0,7''$;
- B) $0,7'$;
- C) шектелмейді
- D) $0,9''$;
- E) $1'$;

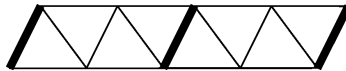
\$\$\$ 40

Арнаулы құрылған триангуляция торының мемлекеттік тордан айырмашылығы неде?

- A) Қабырғаларының қысқалығында
- B) Айырмашылығы жоқ
- C) Бұрыштарында
- D) Координаталарын 10 – 15 мм-ге дейінгі дәлдікпен есептейді
- E) Қабырғаларының ұзындықтары $1/7000$ қатынасты қатемен өлшенеді

\$\$\$ 41

Сұлбада геодезиялық қазықтардың торын құрудың қандай әдісі көрсетілген?



- A) Үш қабырғасы өлшенген үшбұрыштар тізбегі
- B) Қабырғалары өлшенген үшбұрыштар
- C) Қабырғалары тең үшбұрыштар
- D) Екі қабырғасы өлшенген үшбұрыштар қатары
- E) Бұрыштары тең үшбұрыштар

\$\$\$ 42

Геодезиялық тордың үшбұрыштарына қандай талап қойылады?

- A) Қабырғалары тең бұрыштары $20'$ кіші болмауы керек
- B) Ешқандай талап қойылмайды
- C) Пішімі жерге бейімделуі керек
- D) Өлшенген бұрыштарды қарапайым әдіспен теңестіру керек.
- E) Нұсқауларды ескермеуге болады.

\$\$\$ 43

Геодезиялық қазықтардың торын трилатерация әдісімен құруды айтыңыз.

- A) Барлық қабырғалары өлшенген үш, төртбұрышты торлар, аралас пішімдер
- B) Екі қабырғасы өлшенген төртбұрыштар
- C) Екі қабырғасы өлшенген үшбұрыштар
- D) Бір қабырғасы, үш бұрышы өлшенген үшбұрыштар
- E) Қабырғалары, бұрыштары өлшенген геометриялық пішімдер

\$\$\$ 44

4-класты трилатерация торының қабырғасын қандай қатынасты қатемен өлшеуге болады?

- A) 1/ 50000
- B) 1/20000
- C) 1/10000
- D) Шек қойылмаған
- E) 1/40000

\$\$\$ 45

Барлық қабырғалары өлшенген үшбұрыштың бұрыштарын есептеуде қолданылатын формуладағы Р қандай формуламен есептеледі?

- A) $P = \frac{a + b + c}{2}$
- B) $P = a + b + c$
- C) $P = a + b + \sin \alpha$
- D) $P = (a + b) \cdot 2$
- E) $P = a - b + c$

\$\$\$ 46

Трилатерация торының қабырғалары қандай дәлдікпен өлшенеді?

- A) Миллиметрдің жүзден бір бөлігіне дейінгі дәлдікпен
- B) Миллиметрдің оннан бір бөлігіне дейінгі дәлдікпен
- C) 10 миллиметрге дейінгі дәлдікпен
- D) 1/1000 қатынасты қатемен
- E) Шек қойылмайды

\$\$\$ 47

Бұрыштары және қабырғалары өлшенген қазықтар торының қабырғаларының ұзындығын қалай тексереді?

- A) Өлшеп және есептеп салыстырады
- B) Бұрыштарды өлшеп салыстырады
- C) Қарама-қарсы бұрыштарды өлшеп салыстырады
- D) Тексермесе де болады
- E) Нұсқаумен салыстырып тексереді

\$\$\$ 48

Диогональсыз төртбұрыштар торын қандай сеткаларды құру үшін қолданады?

- A) Құрылыс сеткаларын
- B) Координаталық сеткаларды
- C) Өткелдер сеткаларын
- D) Тордың сеткаларын
- E) Аумақтың сеткаларын

\$\$\$ 49

Геодезиялық құрылыс сеткаларының ерекшелігін айтыңыз.

- A) Аудандары бірдей тік төртбұрыштар немесе квадраттар
- B) Пішімі трапецияға ұқсаған төртбұрыштар
- C) Аудандары әртүрлі тік төртбұрыштар
- D) Пішімдері әртүрлі сетка
- E) Аумақты толық қамтыған геодезиялық қазықтар торы

\$\$\$ 50

Құрылыс сеткаларының қабырғалары қалай белгіленеді?

- A) А3, В5
- B) С3, Д4
- C) К6, Ж8
- D) Е7, Б9
- E) И3, Е6

\$\$\$ 51

Құрылыс сеткаларының ішінде орналасқан нүктелердің координаталары қалай көрсетіледі?

- A) А20+25,65 м; В8+30,5 м
- B) А20+25,65 м; С6+28,35 м
- C) К20+ 12,6 м; В6 + 25,6 м
- D) Л30 +13,26 м; В8+18,26 м
- E) И8+ 18,26 м ; В5 + 12,28 м

\$\$\$ 52

Құрылыс сеткаларының бұрыштары жердің бетіне қандай дәлдікпен бекітіледі?

- A) $90^\circ \pm 40''$
- B) $91^\circ \pm 5''$
- C) $89^\circ \pm 3''$
- D) $75^\circ \pm 25''$
- E) $69^\circ \pm 30''$

\$\$\$ 53

Құрылыс сеткаларының қабырғаларының ұзындығы қандай дәлдікпен өлшенуі керек?

- A) 20 миллиметр дәлдікпен

- B) 25 миллиметр дәлдікпен
- C) 1/1000 қатынасты қатемен
- D) Ешқандай талап қойылмайды
- E) 1/1500 қатынасты қатемен

\$\$\$ 54

Құрылыс сеткаларының қазықтарының биіктік мәндері қандай дәлдікпен есептеледі?

- A) Үшінші-төртінші класты нивелирлеу жұмыстарына қойылатын дәлдікпен
- B) Ешқандай талап қойылмайды
- C) Бірінші класты нивелирлеу жұмысына қойылатын дәлдікпен
- D) $100\sqrt{L}$ мм; дәлдікпен
- E) $70\sqrt{L}$ мм; дәлдікпен

\$\$\$ 55

Геодезиялық қазықтар тізбегін құру үшін орындалатын өлшеу жұмыстарын айтыңыз.

- A) Бұрыш, ұзындық, биіктік мәндері өлшенеді
- B) Бұрыш және биіктік мәндері өлшенеді
- C) Ұзындығы өлшенеді
- D) Бұрышы өлшенеді
- E) Мәндерді нұсқаудан алады

\$\$\$ 56

4-класты геодезиялық қазықтар тізбегінің бұрыштарының жалпы қатесі қандай саннан аспауы міндетті?

- A) $5''\sqrt{n}$
- B) $10''\sqrt{n}$
- C) $20''\sqrt{n}$
- D) $30''\sqrt{n}$
- E) $40''\sqrt{n}$

\$\$\$ 57

Ұзындықты жанама өлшегенде керек қабырғаның ұзындығын қалай табады?

- A) Ұзындыққа қатысы бар қабырғаны, бұрышты өлшеп ұзындықты есептеп табады
- B) Ұзындыққа қатысы бар мөлшерлерді өлшеп коэффициентке көбейтеді
- C) Ұзындыққа қатысы бар бұрышты өлшеп ұзындықты есептейді

- D) Таблицаның көмегімен есептейді
E) Пифагордың теоремасын пайдаланып есептейді

\$\$\$ 58

Мына формуламен $\frac{2M}{[s]} \leq \frac{1}{T}$ қазықтар тізбегінің қандай қатесін есептейді?

- A) Шекті қатынасты қатесін
B) Жалпы қатынасты қатесін
C) Өлшеу жұмысының қатесін
D) Бір қабырғаның қатесін
E) Өлшеу жұмысын бағалайды

\$\$\$ 59

Топографиялық план сызуға арналған биіктік геодезиялық қазықтардың биіктік мәндерін нивелирлеу жұмысының қандай кластарын орындап есептейді?

- A) Екінші, үшінші, төртінші класты нивелирлеу жұмыстарын орындап есептейді
B) Бірінші класты нивелирлеу жұмысын орындап есептейді
C) Техникалық нивелирлеу жұмысын орындап есептейді
D) Барометрлік нивелирлеу жұмысын орындап есептейді
E) Тригонометриялық нивелирлеу жұмысын орындап есептейді

\$\$\$ 60

Екінші класты нивелирлеу жұмысының қандай дәлдікпен орындалу керектігінің формуласын жазыңыз.

- A) $5 \sqrt{L}$ мм
B) $10 \sqrt{L}$ мм
C) $20 \sqrt{L}$ мм
D) $50 \sqrt{L}$ мм
E) ± 10 мм

\$\$\$ 61

Жобалық сызықты жердің бетіне белгілеу қандай мақсатпен орындалады?

- A) Құрылысты жобادا көрсетілген орынға, биіктікке, бағытта орналастыру мақсатымен
B) Құрылысты техникалық тапсырмада көрсетілген орынға, биіктікке, бағытта орналастыру мақсатымен
C) Құрылысты нұсқауда көрсетілген орынға орналастыру мақсатымен
D) Геодезиялық жұмысты орындау мақсатымен
E) Сызықты бақылау мақсатымен

\$\$\$ 62

Жобаны жердің бетіне сызу үшін қандай мәндер есептеледі?

- A) Бұрыштар, ұзындықтар, дирекциялық бұрыштар, биіктік мәндері
- B) Дирекциялық бұрыштар, ұзындықтар
- C) Координаталар
- D) Жобалық координаталар
- E) Нұсқауда көрсетілген мәндер

\$\$\$ 63

Мына формуламен $\sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$ қандай мәнді есептейді?

- A) Екі нүктенің арақашықтығының проекциясын
- B) Дирекциялық бұрышты
- C) Бағыттың румбасын
- D) Тордың ұзындығын
- E) Екі бағыттың арасындағы бұрышты

\$\$\$ 64

Мына формуламен $\frac{\Delta Y}{\Delta X}$ қандай бұрышты есептейді?

- A) Бағыттың румбасын
- B) Бағыттың дирекциялық бұрышын
- C) Екі бағыттың арасындағы бұрышты
- D) Керек бағыттың бұрышын
- E) Керек бұрышты

\$\$\$ 65

Мына формуламен $\sqrt{d^2 + h^2}$ қандай ұзындықты есептейді?

- A) Жердің бетіне сызылатын ұзындықты
- B) Ұзындықтың проекциясын
- C) Әйтеуір ұзындықты
- D) Ұзындықтың бөлігін
- E) Жобалық ұзындықты

\$\$\$ 66

ΔX_{n1-n2} қандай формуламен есептейді?

- A) $X_{n1} - X_{n2}; d_{1-2} \cos \alpha$
- B) $X_{n2} - X_{n1}$
- C) $X_{n1} - 25,2$
- D) $X_{n2} - 25,2$
- E) $X_{n1} + X_{n2}$

\$\$\$ 67

ΔY қандай формуламен есептейді?

- A) $\Delta Y = d \sin \alpha; Y_1 - Y_2$
- B) $\Delta Y_{1-2} = L \cos \alpha$
- C) $\Delta Y_{1-2} = Y_1 - Y_3$

- D) $\Delta Y_{1-2} = L \tau \hat{g} \alpha$
 E) $\Delta Y_{1-2} = Y_2 - X_1$

\$\$\$ 68

Бағыттың румбасының есімін қалай анықтайды?

- A) DX пен DY-тің таңбаларын және дирекциялық бұрыштың мөлшерін пайдаланып
 B) Есептелінген бұрыштың мөлшерін пайдаланып
 C) Есептелінген бұрыштың бағытын пайдаланып
 D) Есептелінген бұрыштың қандай ширекте орналасқанын пайдаланып
 C) Бағыттың нүктелерінің координаталарын пайдаланып

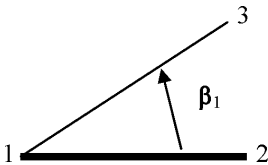
\$\$\$ 69

Төртінші ширектегі румбаның есімін айтыңыз.

- A) Солтүстік батыс (СБ)
 B) Солтүстік шығыс (СШ)
 C) Оңтүстік батыс (ОҢБ)
 D) Оңтүстік шығыс (ОҢШ)
 E) Шығыс батыс (ШБ)

\$\$\$ 70

Жердің бетіне сызылатын бұрышты қандай формуламен есептейді?



- A) $b_1 = a_{1-2} - a_{1-3}$
 B) $b_1 = a_{1-3} - a_{1-2}$
 C) $b_1 = a_{2-1} - a_{1-3}$
 D) $b_1 = a_{3-1} - a_{1-3}$
 E) $b_1 = a_{2-1} - a_{3-1}$

\$\$\$ 71

Формуладағы $D_{1-2} = \sqrt{d^2 + h^2}$ $h = ?$

- A) $h = H_1 - H_2$
 B) $h = L \cos \alpha$
 C) $h = L \sin \alpha$
 D) $h = a - b$
 E) $h = a - c$

\$\$\$ 72

Дирекциялық бұрышы $75^\circ 16'$ бағыттың румбасының атын айтыңыз.

- A) СШ
 B) ОҢБ

- C) ОҢШ
- D) СБ
- E) СОҢ

\$\$\$ 73

Дирекциялық бұрышы $175^{\circ}16'$ бағыттың румбасының атын айтыңыз.

- A) ОҢШ
- B) ОҢБ
- C) ОҢС
- D) СБ
- E) СОҢ

\$\$\$ 74

Дирекциялық бұрышы $226^{\circ}26'$ бағыттың румбасының атын айтыңыз.

- A) ОҢБ
- B) ОҢШ
- C) ОҢС
- D) СБ
- E) СОҢ

\$\$\$ 75

Дирекциялық бұрышы $276^{\circ}36'$ бағыттың румбасының атын айтыңыз.

- A) СБ
- B) ОҢШ
- C) ОҢС
- D) СШ
- E) СОҢ

\$\$\$ 76

Дирекциялық бұрышы $75^{\circ}16'$ бағыттың румбасы неше градусқа тең?

- A) $75^{\circ}16'$
- B) $175^{\circ}16'$
- C) $14^{\circ}16'$
- D) $355^{\circ}16'$
- E) $165^{\circ}16'$

\$\$\$ 77

Дирекциялық бұрышы $205^{\circ}16'$ бағыттың румбасы неше градусқа тең?

- A) $25^{\circ}44'$
- B) $175^{\circ}16'$
- C) $14^{\circ}26'$
- D) $355^{\circ}16'$
- E) $105^{\circ}16'$

\$\$\$ 78

Дирекциялық бұрышы $275^{\circ}16'$ бағыттың румбасы неше градусқа тең?

- A) $84^{\circ}44'$

- B) $105^{\circ}16'$
- C) $85^{\circ}44'$
- D) $185^{\circ}16'$
- E) $5^{\circ}16'$

\$\$\$ 79

Дирекциялық бұрышы $175^{\circ}16'$ бағыттың румбасы неше градусқа тең?

- A) $4^{\circ}44'$
- B) $105^{\circ}16'$
- C) $85^{\circ}44'$
- D) $185^{\circ}16'$
- E) $5^{\circ}16'$

\$\$\$80

Үшінші ширектегі румбаның есімін айтыңыз.

- A) Оңтүстік батыс (ОҢБ)
- B) Солтүстік шығыс (СШ)
- C) Оңтүстік батыс (СБ)
- D) Оңтүстік шығыс (ОҢШ)
- E) Шығыс батыс (ШБ)

\$\$\$ 81

Екінші ширектегі румбаның есімін айтыңыз.

- A) Оңтүстік шығыс (ОҢШ)
- B) Солтүстік шығыс (СШ)
- C) Оңтүстік батыс (СБ)
- D) Оңтүстік шығыс (ОҢБ)
- E) Шығыс батыс (ШБ)

\$\$\$ 82

Бірінші ширектегі румбаның есімін айтыңыз.

- A) Оңтүстік батыс (СШ)
- B) Солтүстік шығыс (ОҢ Ш)
- C) Оңтүстік батыс (СБ)
- D) Оңтүстік шығыс (ОҢБ)
- E) Шығыс батыс (ШБ)

\$\$\$ 83

“Қызыл сызықтар” деген не?

- A) Тұрғын құрылысты басқа құрылыстан бөліп тұратын, ішінде тұрғын құрылыс салынбайтын сызық
- B) Ішінде тұрғын құрылыс салуға болатын, құрылыстың аумақтарын бөліп тұратын сызық
- C) Жолды құрылыстан бөліп тұратын сызық
- D) Ішінде құрылыс салуға болмайтын сызық
- E) Қауіпсіздік шарасын сақтау үшін сызылатын сызық

\$\$\$ 84

Қызыл сызықтардың жобасын масштабы қандай топографиялық планға сызады?

- A) Масштабы 1:2000 ? 1:500 планға
- B) Масштабы 1:10000 планға
- C) Планның масштабы шектелмейді
- D) Техникалық тапсырмада көрсетілген планға
- E) Нұсқауда көрсетілген сұлбаға

\$\$\$ 85

Қызыл сызықтар жердің бетіне қандай дәлдікпен сызылуы керек?

A) Құрылыс салынған аумақта 5-8 см; салынатын аумақта 10 см; дәлдікпен

- B) 10-15 см дәлдікпен
- C) 20 см дәлдікпен
- D) Бұйрықта көрсетілген дәлдікпен
- E) Құрылыстарға ыңғайлы дәлдікпен

\$\$\$ 86

Жердің бетін тегістеу жобасын қандай мақсатпен жасайды?

- A) Жердің бетін бірыңғай еңістікке келтіру мақсатымен
- B) Жердің бетін тегістеу мақсатымен
- C) Аумақтың көлемін есептеу мақсатымен
- D) Құрылысты жобалау мақсатымен
- E) Құрылысты бақылау мақсатымен

\$\$\$ 87

Жердің бетін тегістеу жобасы топографиялық планда, пішіндерде қалай көрсетіледі?

A) Жеке топографиялық планда ирелең (горизонтальмен) сызықпен, пішіндерде түзу қызыл сызықпен

- B) Сұлбада ирелең сызықпен
- C) Топографиялық планда қызыл ирелең сызықпен
- D) Топографиялық планда тегістелетін аумақтың жиегі көрсетіледі
- E) Құрылыстың бас жоспарының топографиялық планына ирелең сызықпен сызады

\$\$\$ 88

Жердің бетін тегістеу жобасы қандай масштабты топографиялық планға сызылады?

- A) Масштабы 1:1000 - 1:500 топографиялық планға
- B) Масштабы 1:20000 планға
- C) Топографиялық сұлбаға
- D) Масштабы 1:100000 планға
- E) План сызылмайды, бұйрықпен орындалады

\$\$\$ 89

Құрылыстар салынатын аумақта қандай геодезиялық жұмыстар орындалады?

А) Аумақты шолады, аумақта сақталған геодезиялық белгілерді тексереді, геодезиялық белгілердің торын құрады, геодезиялық белгілерді бекітеді, аумақтың топографиялық планын сызады.

В) Геодезиялық белгілердің сұлбасын сызады

С) Аумақта орналасқан құрылыстардың сұлбасын сызады

Д) Аумақтағы табиғи құрылыстардың сұлбасын сызады

Е) Аумақтағы геодезия жұмыстарын орындайтын мекеменің мекен-жайын анықтайды

\$\$\$ 90

ПКЗ + 85,6м; нүкте трассаның басынан неше метр қашықтықта орналасқан?

А) 385,6 м қашықтықта

В) 1385,6 м қашықтықта

С) 85,6 м қашықтықта

Д) 185,6 м қашықтықта

Е) 585,6 м қашықтықта

\$\$\$ 91

БТ қандай мағына береді?

А) Бұрылу төбесі

В) Бару төбесі

С) Батыс төбе

Д) Бағыт төбесі

Е) Барлау төбесі

\$\$\$ 92

Еңістік қандай формуламен есептеледі?

А) $i = h/d$

В) $i = hd$

С) $i = h - d$

Д) $i = h + d$

Е) $i = L / d$

\$\$\$ 93

Нөлдік нүкте деген не?

А) Жобалық сызықтың жердің бетінің сызығымен қиылысқан жері

В) Жобалық сызықтың бойында орналасқан нүкте

С) Жобалық сызық пен жердің бетінің арасындағы нүкте

Д) Жобалық сызық басталған нүкте

Е) Жобалық сызық аяқталған нүкте

\$\$\$ 94

Жолдың жобасын жердің бетіне сызу үшін қандай құжаттар дайындайсыз?

- A) Керек бұрыштарды, ұзындықтарды есептейді. Журналдарды толтырады. Сұлбе сызады, аспаптарды дайындайды
- B) Жобадан сұлбелерді көшіріп алады
- C) Техникалық тапсырманы көшіреді
- D) Нұсқауды көшіреді
- E) Аумақтың сұлбасын сызады

\$\$\$ 95

Трассаның бойындағы жұмыс биіктігін қандай формуламен есептейді?

- A) $H_{\text{жоб}} - H_{\text{жер}}$
- B) a - c
- C) $H_1 - H_{\text{жоб.}}$
- D) $H_1 - H_2$
- E) $a + H_{\text{жоб.}}$

\$\$\$ 96

Трассаның бойындағы ҚС қандай мағына береді?

- A) Қисықтың соңы
- B) Қисықтың сынығы
- C) Қисықтың салмағы
- D) Қисықтың серігі
- E) Қисықтың сапасы

\$\$\$ 97

Трассаның бойындағы ҚБ қандай мағына береді?

- A) Қисықтың басы
- B) Қисықтың бағыты
- C) Қисықтың бұрылуы
- D) Қисықтың бөлігі
- E) Қисықтың біткен жері

\$\$\$ 98

Трассаның бойындағы ҚО қандай мағына береді?

- A) Қисықтың ортасы
- B) Қисықтың орны
- C) Қисықтың ойығы
- D) Қисықтың оң жиегі
- E) Қисық осы жерден басталады

\$\$\$ 99

Трассаның бойындағы Б (биссектриса) қайсы аралық?

- A) Бұрылу төбесі мен қисықтың ортасының аралығы
- B) Бұрылу төбесі мен қисықтың басының аралығы

- С) Бұрылу төбесі мен қисықтың соңының аралығы
- Д) Бұрылу төбесі мен трассаның басының аралығы
- Е) Бұрылу төбесі мен келесі қисықтың аралығы

\$\$\$ 100

Жобалық сызықты жерге сызу үшін қандай мәндерді есептейді?

- А) Сызықтың бағытының дирекциялық бұрышын
- В) Сызықтың санын
- С) Сызықтың еңістігін
- Д) Сызықтың бағытының биіктігін
- Е) Сызықтың бағытының ыңғайлылығын

\$\$\$ 101

Жобаны геодезиялық дайындау жұмыстары қандай жұмыстар?

А) Жобаны оқу, жобаның жұмыс сызбаларын бір-бірімен салыстырып мәндерді тексеру, жерге сызылатын мәндерді есептеу және геодезиялық сызбаларды дайындау

- В) Жобаның бар екендігін анықтау
- С) Жобаны архивке өткізу
- Д) Жобаны бекіту
- Е) Жобамен келісу

\$\$\$ 102

Тұйықталған полигонның ішкі бұрыштарының қосындысы теория бойынша нешеге тең?

- А) $Sb_{\tau} = 180^{\circ}(n-2)$
- В) $Sb_{\tau} = 180^{\circ}$
- С) $Sb_{\tau} = 360^{\circ}$
- Д) $Sb_{\tau} = 180^{\circ}(n+2)$
- Е) $Sb_{\tau} = 180^{\circ}n$

\$\$\$ 103

Үшінші ширектегі (ОҢБ) румба қай формуламен анықталады?

- А) $r = a - 180^{\circ}$
- В) $r = 180^{\circ} - a$
- С) $r = 360^{\circ} - a$
- Д) $r = a$
- Е) $r = a - 360^{\circ}$

\$\$\$ 104

Егер $a_1 = 285^{\circ}58'$ және $b_{\text{он}} = 80^{\circ}45'$ тең болғанда, a_2 – дирекциондық бұрыш нешеге тең болады?

- А) $25^{\circ}13'$
- В) $385^{\circ}13'$
- С) $186^{\circ}43'$
- Д) $26^{\circ}13'$
- Е) $366^{\circ}43'$

\$\$\$ 105

Тұйықталған полигондағы бұрыштық қиыспаушылық қалай анықталады?

A) $f = \Sigma\beta_{np} - \Sigma\beta_{т}$

B) $f = 1\sqrt{n}$

C) $f = \Sigma\Delta x$

D) $f = 2m$

E) $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$

\$\$\$ 106

Абсолют сызықтық қате қай формуламен анықталады?

A) $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$

B) $f = 1\sqrt{n}$

C) $f = \Sigma\beta_{np} - \Sigma\beta_{т}$

D) $f = \Sigma\Delta x$

E) $f = f/p$

\$\$\$ 107

Бұрыштық қатенің шегін анықтайтын формуланы көрсетіңіз.

A) $f = 1\sqrt{n}$

B) $f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$

C) $f = \Sigma\beta_{np} - \Sigma\beta_{т}$

D) $f = \Delta x$

E) $f = \Delta x$

\$\$\$ 108

Егер бастапқы қабырғаның дирекциялық бұрышы $a_1 = 276^\circ 54'$ сол иықтағы түзетілген бұрыш $b_{т?з} = 123^\circ 45'$ тең болса, онда келесі қабырғаның дирекциялық бұрышы - a_2 нешеге тең болады?

A) $a_2 = 220^\circ 39'$

B) $a_2 = 153^\circ 09'$

C) $a_2 = 40^\circ 39'$

D) $a_2 = 206^\circ 51'$

E) $a_2 = 226^\circ 39'$

\$\$\$ 109

Берілгені a_{AB} және оң иықтағы $b_{т?з}$, a_{BC} қай формуламен анықталады?

A) $a_{BC} = a_{AB} + 180^\circ - b_{т?з}$

B) $a_{BC} = a_{AB} - 180^\circ + b_{т?з}$

C) $a_{BC} = a_{AB} + 180^\circ + b_{т?з}$

D) $a_{BC} = a_{AB} - 180^\circ - b_{r_{23}}$
 E) $a_{BC} = a_{AB} + b_{r_{23}} - 360^\circ$

\$\$\$ 110

Дирекциялық бұрышы $a_{AB} = 276^\circ 57'$ тең сызықтың румбасын $-r_{AB}$ және Δx , Δy координаталар өсімшелерінің таңбасын анықтаңыз.

- A) СБ: $83^\circ 03' \Delta x+ \Delta y-$
 B) СБ: $86^\circ 54' \Delta x+ \Delta y-$
 C) ОБ: $83^\circ 06' \Delta x- \Delta y-$
 D) ОШ: $96^\circ 54' \Delta x- \Delta y+$
 C) СШ: $96^\circ 54' \Delta x+ \Delta y+$

\$\$\$ 111

Екінші ширекте (ОШ) координаталар өсімшелерінің таңбалары қандай?

- A) $\Delta x -$, $\Delta y +$
 B) $\Delta x +$, $\Delta y +$
 C) $\Delta x -$, $\Delta y -$
 D) $\Delta x +$, $\Delta y -$
 E) $-(\Delta x +)$, $\Delta y -$

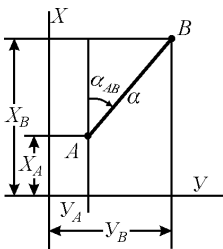
\$\$\$ 112

1-2 қабырғасының дирекциялық бұрыш $a_{1-2} = 250^\circ 10'$ және түзетілген оң жақтағы бұрыш $\beta_2 = 50^\circ 48'$ тең. Келесі қабырғаның дирекциялық бұрышын α_{2-3} анықтаңыз.

- A) $\alpha_{2-3} = 19^\circ 22'$
 B) $\alpha_{2-3} = 200^\circ 38'$
 C) $\alpha_{2-3} = 160^\circ 38'$
 D) $\alpha_{2-3} = 300^\circ 58'$
 E) $\alpha_{2-3} = 120^\circ 58'$

\$\$\$ 113

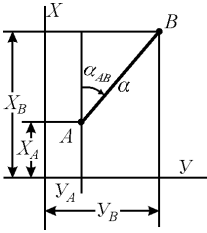
А нүктесінің координаталары X_A , Y_A , AB қабырғасының дирекциялық бұрышы $-a_{AB}$ және горизонталь проекция $-d$ берілген X_B – координатасы қалай анықталады?



- A) $X_B = X_A + d \cos \alpha_{AB}$
 B) $X_B = X_A + d \sin \alpha_{AB}$
 C) $X_B = Y_A + d \sin \alpha_{AB}$
 D) $X_B = Y_A + d \operatorname{tg} \alpha_{AB}$
 E) $X_B = X_A + d \cos \alpha_{BA}$

\$\$\$ 114

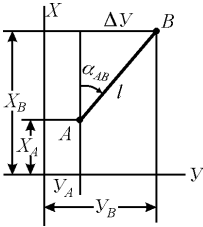
А нүктесінің координаталары X_A, Y_A , қабырғасының дирекциялық бұрышы - α_{AB} және горизонталь проекция - d берілген, сонда Y_B қалай анықталады?



- A) $Y_B = Y_A \pm d \sin \alpha_{AB}$
 B) $Y_B = Y_A + d \cos \alpha_{BA}$
 C) $Y_B = Y_A + d \operatorname{tg} \alpha_{AB}$
 D) $Y_B = X_A + d \cos \alpha_{AB}$
 E) $Y_B = Y_A + d \sin \alpha_{BA}$

\$\$\$ 115

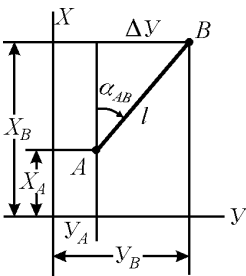
А және В нүктелерінің координаталары (X_A, Y_A, X_B, Y_B) берілген АВ қабырғасының дирекциялық бұрышы - α_{AB} қалай анықталады?



- A) $\operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ D) $\operatorname{tga} = \frac{\Delta y}{\ell}$
 B) $\operatorname{tga}_{AB} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ E) $\operatorname{tg} = \frac{\ell}{\Delta x}$
 C) $\operatorname{tga} = \frac{\Delta x}{\ell}$

\$\$\$ 116

А және В нүктелерінің координаталары (X_A, Y_A, X_B, Y_B) берілген АВ қабырғасының проекциясының ұзындығын қайсы формуламен есептейді?

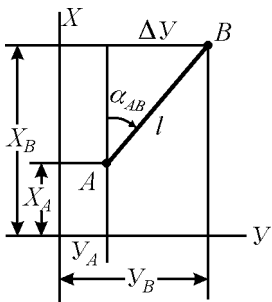


- A) $\ell = \frac{\Delta x}{\cos \alpha} = \frac{\Delta x}{\sin \alpha} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$
 B) $\ell = \Delta x \cdot \sin \alpha \ell = \Delta x \cdot \sin \alpha$
 D) $\ell = (\Delta x + \Delta y) \cdot \cos \alpha$
 E) $\ell = \sqrt{\Delta x^2 - \Delta y^2}$
 C) $\ell = \Delta y \cdot \cos \alpha$

\$\$\$ 117

Координаталар өсімшелері қайсы формуламен анықталады?

- A) $\Delta X = \ell \cos \alpha$ $\Delta Y = \ell \sin \alpha$



B) $\Delta X = l \operatorname{tg} \alpha$

$\Delta Y = \operatorname{ctg} \alpha$

C) $\Delta X = l \sin \alpha$

$\Delta Y = \cos \alpha$

D) $\Delta X = \frac{l}{\sin \alpha}$

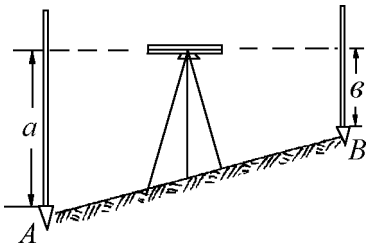
$\Delta Y = \frac{l}{\cos \alpha}$

E) $\Delta X = \frac{l}{\cos \alpha}$

$\Delta = \frac{l}{\cos \alpha}$

\$\$\$ 118

В нүктесі А нүктесінен қанша биік, яғни биіктік өсімшесі – h неге тең?



A) $h = a - b$

B) $h = b - i$

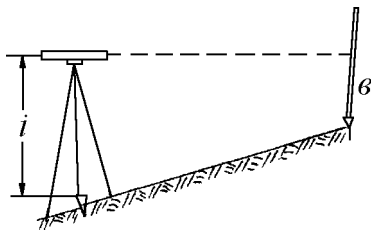
C) $h = b + i$

D) $h = H_A + a$

E) $h = a + b$

\$\$\$ 119

А нүктесі В нүктесінен қанша төмен, яғни биіктік өсімшесі – h қалай анықталады?



A) $h = i - b$

B) $h = a - b$

C) $h = H_A + i$

D) $h = H_B + b$

E) $h = i + b$

\$\$\$ 120

Меридианның солтүстік немесе оңтүстік жағынан бастап берілген бағытқа дейінгі горизонталь бұрыш қалай аталады?

A) румб

B) азимут

C) дирекциялық бұрыш

D) меридиандардың жақындасу бұрышы

E) магнит тілінің бұрылу бұрышы

Пайдаланган әдебиеттер

1. *Буреевич П. П., Самошкин Е. Н.* Геодезия. – М.: Недра.1985.
2. *Нұрпейісова М. Б.* Геодезия. Алматы. КазНТУ. 1993.
3. *Қалыбеков Т. Қ.* Топография негіздері. КазНТУ.1994.
4. *Феодоров В. И., Шилов П. И.* Инженерная геодезия. – М.: Недра.1982.
5. *Поклад Г. Г.* Геодезия. – М.:Недра.1988.
6. *Селиханович В. Г.* и др. Практикум по геодезии. – М.: Недра.1978.
7. *Багратуни Г. В.* Инженерная геодезия. – М.: Недра.1984.
8. *Справочник геодезиста.* Под редакцией В. Д. Большакова Г. П. – М.: Недра.1985.
9. *Половцев В. В., Завражин П. В.* Постройка геодезических знаков. – М. : Недра. 1980.
10. *Глотов Г. Ф.* Геодезия. – М.:Стройиздат.1979.
11. *Афанасьев В. Г.* Геодезия и маркшейдерское дело в транспортном строительстве – М.:Недра.1978.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	3
БІРІНШІ БӨЛІМ. ГЕОДЕЗИЯ НЕГІЗДЕРІ	5
I тарау. Жалпы мәлімет	5
§ 1.1 Геодезия пәні және оның мазмұны	5
§ 1.2. Жер пішіні және оның өлшемдері туралы жалпы түсінік.....	6
§ 1.3 Жалпы Мемлекеттік тірек торлары.....	7
II тарау. Геодезиялық пландар және сызбалар.....	10
§ 2.1 План, карта және профиль туралы түсінік	10
§ 2.2 Масштабтар	12
§ 2.3 Құрылыс-монтаждау жұмыстарындағы геодезиялық пландар және сызбалар.....	13
§ 2.4 Геодезиялық план және құрылыс сызбаларын құрудағы шартты белгілер	15
§ 2.5 Рельф және оны кескіндеу әдістері. Горизонтальдар арқылы план және карталар бойынша инженерлік есептерді шығару.....	17
§ 2.6 Жер бедерін бейнелу әдістері	20
§ 2.7 План және картадан горизонтальдар арқылы инженерлік есептерді шығару жолдары	22
III тарау. Өлшеу қателерінің кездейсоқ шамалары. арифметикалық орташа шамалар.....	26
§ 3.1 Жалпы түсінік.....	26
§3.2 Өлшеудің орташа квадраттық қатесі.....	28
§ 3.3 Өлшенген шама функциясының дәлдігін бағалау	30
§ 3.4 Дәлдіктері тең емес өлшеулер туралы түсінік. Салмақ бірлігінің орташа квадраттық қатесі. Жалпы арифметикалық орташа мән.....	32
IV тарау. Нүктелерді белгілеу және бекіту. Сызықтық өлшеулер.....	36
§ 4.1 Белгілердің түрлері	36
§ 4.2 Ұзындық өлшеу аспаптары. Өлшеу жабдықтарын компараторда тексеру (компарирлеу).....	38
§ 4.3 Ұзындықтарды өлшеу реті. Өлшеу сызықтарын созу (салу).....	39
§ 4.4 Қашықтық өлшеу аспаптары.....	46
§ 4.5 Қос бейнелі қашықтық өлшегіш туралы негізгі түсініктер	47
V тарау. Жер бетінде сызықтарды бағдарлау	52
§ 5.1 Жалпы түсінік.....	52
§ 5.2 Азимуттар, румбтар және олардың арасындағы байланыстар.....	53
§ 5.3 Меридиандардың жақындасу бұрышы	56
§ 5.4 Дирекциондық бұрыш және румб арасындағы байланыс.....	58
VI тарау. Бұрыштарды өлшеу	61
§6.1 Жазық бұрыштарды өлшеу қағидалары	61
§ 6.2 Теодолит аспабының геометриялық тәсімі және негізгі құрылысы	62
§ 6.3 Теодолит аспабының тексерулері.....	65
§ 6.4 Жазық бұрыштарды теодолитпен өлшеу.....	66

§ 6.5 Жазық бұрыштарды өлшеу дәлдігі.....	69
§ 6.6 Тік бұрыштарды өлшеу	72
VII тарау. Тік бұрышты координаталар	76
§7.1 Жазық тік бұрышты координаталар.....	76
7.2 Тура геодезиялық есеп. Тік бұрышты координаталардың өсімшелері.....	78
§ 7.3 Тұйықталған полигон координаталарын есептеу және бұрыштарын теңдеу	80
§7.4 Кері геодезиялық есеп	88
§ 7.5 Координаталық торды және полигонды құру (салу).....	90
VIII тарау. Геометриялық нивелирлеу	93
§ 8.1 Нивелирлеу туралы түсінік. Нивелирлеу түрлері.....	93
§ 8.2 Геометриялық нивелирлеу әдістері.....	95
§ 8.3 Қарапайым және күрделі нивелирлеу	96
§ 8.4 Биіктік белгілерінің түрлері	97
§ 8.5 Нивелир аспабының түрлері	99
§ 8.6 Компенсаторлы нивелирлер.....	102
§ 8.7 Нивелирлік рейкалар және қазық – қадалар.....	105
§ 8.8 Геометриялық нивелирлеу	106
§ 8.9 Геометриялық нивелирлеу журналын өңдеу.....	111
§ 8.10 Геометриялық нивелирлеудің дәлдігі	113
§ 8.11 Ұзынабойлық профильді салу	115
§ 8.12 Тригонометриялық нивелирлеу.....	118
§ 8.13 Гидростатикалық нивелирлеу.....	121

ЕКІНШІ БӨЛІМ. НЕГІЗГІ ИНЖЕНЕРЛІК ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ

ЖҰМЫСТАР	123
-----------------------	-----

IX тарау. Гидротехникалық құрылыстарды салудағы

инженерлік-геодезиялық жұмыстар	123
§ 9.1 Гидротехникалық құрылыстар және ғимараттарды салудағы қадалау жұмыстары	123
§ 9.2 Жер бетін көтеру (биіктету), плотина салу кездеріндегі геодезиялық жұмыстар.....	126
§9.3 Тегіс алаңда қазу жұмыстарының жобалық нобайын жер бетіне түсіру (қадалау)	127
§9.4 Тау бөктерінде қазып алу жобасын жер бетіне түсіру	128
§9.5 Тегіс жердегі үйменің жобалық нобайын жер бетіне түсірудегі геодезиялық жұмыстар.....	129
§9.6 Траншея типтес шұңқырдың жобалық нобайын жер бетіне түсіру	130
§9.7 Салынатын бөгеттердің (плотина) жобалық нобайын жер бетінде түсіру.....	134
§9.8 Қалыптарды орналастыруда және бетон құюдағы пландық және биіктік шамаларын қадалау	135

X тарау. Көпір салудағы инженерлік-геодезиялық жұмыстар.....

§10.1 Қолдан жасалатын құрылымдардың түрлері.....	138
§10.2 Су жеткізу құбырларының және кіші көпірлерді салу кездеріндегі олардың осьтерін қадалау	141

§10.3 Кіші көпірлерді қадалау	142
§10.4 Үлкен көпірлерді салу кезіндегі геодезиялық қадағалау жұмыстарының бастапқы берілімдері	144
§10.5 Үлкен көпірлерді салудағы қадалау жұмыстары	145
§ 10.6 Көпірдің ұзындығын анықтау	149
§10.7 Үлкен су ағарлардың арғы бетіне биіктік шамаларын беру	151
XI тарау. Темір жол салудағы инженерлік-геодезиялық жұмыстар	154
§11.1 Темір жолдарды салу алдындағы ізденіс жұмыстары	154
§11.2 Бұрылыс элементтері және қисығының бас нүктелерін қадалау	157
§11.3 Бұрылыс қисықтарын нақтылы қадалау және ауыспалы бұрылыс қисықтарын қадалау	158
§11.4 Бұрылыс қисықтары.....	161
§11.5 Тік жазықтықтағы қисықтарды қадалау	164
§11.6 Жер бетіне темір жолды төсеу қабаттарын қадалау	166
XII тарау. Аэродромдарды салудағы инженерлік геодезиялық жұмыстар	171
§12.1 Құрылымдарды пландық және биіктік қадалау жұмыстары	171
§12.2 Аэродром салатын алаңды таңдау.....	172
§12.3 Ұшу-кону алаңына жақын маңдағы кедергі биіктігін анықтау.....	173
§12.4 Аэродромдарды салудағы қадалау жұмыстары	174
§12.5 Ұшу алаңының осьтерін қадалау және бекіту.....	175
§12.6 Ұшу алаңын тік жазықтықта тегістеу кезіндегі қадалау жұмыстары	176
ҮШІНШІ БӨЛІМ. ҚҰРЫЛЫС-МОНТАЖДАУ ЖҰМЫСТАРЫНДАҒЫ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР	180
XIII тарау. Құрылыс алаңдарында геодезиялық жұмыстарды ұйымдастыру	180
§ 13.1 Құрылысты геодезиялық жұмыстармен қамтамасыз ету.....	180
§ 13.2 Құрылыс-монтаждау жұмыстарындағы шектік шамалардың классификациялары	184
§ 13.3 Қадалау жұмыстарының геодезиялық пландық және биіктік негіздері туралы түсінік	187
§13.4 Құрылыс торы туралы түсінік	189
§ 13.5 Ғимараттар мен құрылымдар осьтерінің классификациялары	190
XIV тарау. Құрылыс алаңдарындағы дайындық кезіндегі геодезиялық жұмыстар	192
§ 14.1 Жобаны жер бетіне түсірудегі геодезиялық дайындау	192
§ 14.2 Геодезиялық қадалау жұмыстарының әдістері	194
§ 14.3 Жер бетіне жазық бұрыштарды салу	202
§ 14.4 Жобалық ұзындықты жер бетіне түсіру	203
§ 14.5 Жобалық биіктікті жер бетіне шығару.....	205
§ 14.6 Көлбеу жазықтықты және сызықты жер бетіне салу	207
§ 14.7 Құрылыс алаңындағы жер бетін нивелирлеу	209

§ 14.8 Берілген көлбеулік бойынша жобалық және жұмыс істеу биіктік шамаларын есептеу	213
§ 14.9 Тік жазықтықта тегістеу жұмыстары	215
§ 14.10 Жер қазу, үю жұмыстарының картограммасын құру	216
§ 14.11 Құрылыс алаңының тегістеу биіктіктерін анықтау	218
XV тарау. Құрылыстың жер асты бөліктерін (нөлдік циклды) салудағы геодезиялық жұмыстар	222
§ 15.1 Ғимараттар мен құрылыстарды түбегейлі қадалау	222
§ 15.2 Тұғырды қадалау және оған осьтерді түсіру	223
§ 15.3 Осьтерді бекіту	227
§ 15.4 Жер асты инженерлік торап арықтарын (траншеяларын) және бақылау құдықтарын қадалау	229
§ 15.5 Қазаншұңқырларды салудағы геодезиялық жұмыстар	232
§ 15.6 Шұңқыр табанын және кемерін нивелирлеу	234
§ 15.7 Экскаватор жұмысын геодезиялық істермен қамтамасыз ету	236
§ 15.8 Қазаншұңқырларды қазудағы жұмыс көлемін есептеу	237
§ 15.9 Қазаншұңқырдың ұзынабойлық және көлденең профильдерін салу	244
§ 15.10 Фундаменттерді қадалау	245
§ 15.11 Құрылыс осьтерін фундаментке шығару	252
XVI тарау. Ғимараттар мен құрылыстардың жер беті бөліктерін салудағы геодезиялық жұмыстар	254
§ 16.1 Жер бетіндегі құрылыс-монтаждау жұмыстарының құрамы	254
§ 16.2 Құрылыс нормалары және ережелері. Құрылыстағы геодезиялық жұмыстардың ережелері	255
§ 16.3 Бастапқы деңгейде пландық және биіктік қадалау торын құру	258
§ 16.4 Ірі панельді, каркасты және каркасты-панельді ғимараттарды монтаждау кездеріндегі геодезиялық жұмыстар	264
§ 16.5 Темірбетонды және металл бағаналарды монтаждау кезіндегі геодезиялық жұмыстар	267
§ 16.6 Қран асты балкалары мен темір жолдарын және фермаларды монтаждаудағы геодезиялық жұмыстар	270
§ 16.7 Қабырғаларды тұрғызудағы қабат аралық жабу және ішкі жабдықтарды орнатудағы геодезиялық жұмыстар	276
§ 16.8 Монолитті, ғимараттар мен құрылыстарды сырғымалы қалып арқылы тұрғызу кезіндегі геодезиялық жұмыстар	279
XVII тарау. Технологиялық жабдықтарды монтаждау кезіндегі геодезиялық жұмыстар	283
§ 17.1 Монтаждау алдындағы геодезиялық дайындық Жұмыстары	283
§ 17.2 Технологиялық жабдықтарды монтаждаудағы Қадалау жұмыстарының негізгі әдістері	285
§ 17.3 Орындалған жұмысты түсіру құжаттарын дайындау	287
Тест сұрақтары	290
Пайдаланған әдебиеттер	315

**Т. Тұяқбаев, С. Солтабаева,
Ж. Нукарбекова, Ы. Жақыпбек.**

ИНЖЕНЕРЛІК ГЕОДЕЗИЯ

Оқулық

Басуға 17.06.13. қол қойылды. Қағазы офсеттік.

Қаріп түрі “Таймс” Пішімі 60x90/16. Баспа табағы 20.

Таралымы: 1546 дана. Мемлекеттік тапсырыспен 1546 дана + баспа есебінен 154 дана
Тапсырыс 589.

Тапсырыс берушінің дайын файлдарынан
басылып шықты.



ЖШС РПБК «Дәуір», 050009,
Алматы қаласы, Гагарин д-лы, 93а.
E-mail: rpik-daur81@mail.ru