**Лекция № 12**

**Тақырып: Инженерлік-техникалық нивелирлеудің негізгі кезеңдері.**

*Лекция жоспары:*

*12.1 Жұмыстардың негізгі кезеңдері.*

*12.3 Нивелирлеу журналын өңдеу.*

**12.1 Жұмыстардың негізгі кезеңдері.**

 Инженерлік-техникалық нивелирлеу **трасса** деп аталатын алдын жоспарланған сызық бойынша жүргізіледі. Нивелирлеу жобаны (проектті) құрастыру, дала және камералдық жұмыстардан тұрады. Дала жұмыстары жергілікті жерді алдына ала барлауды, пикетаж, көлденеңдерді және қисықтарды жасауды, трасса бойынша жергілікті жер бойын түсіруді, трасса мен көлденеңдерді нивелирлеуді қамтиды. Камералдық жұмыстары нивелирлеу журналын оңдеуден және көлденеңдер мен трасса профильдерін құрастырудан тұрады.

 Трассаны жобалау (проектілеу) топографиялық план және карта немесе аэрофотосуреттер бойынша жасалынады.

 *Алдын ала барлау және трассада пикетажды жасау. Трасса бойынша жергілікті жердің бойын түсіру*. Трассаның бағытын және негізгі нүктелерін картада жоспарланған жобаға сәйкес орнатылады. Алдын ала барлау барысында трассаның жобалау бойынша орналасқандығын анықтайды және трассаның бұрылу нүктелерін қазықтармен бекітеді.

 Ұзына бойы нивелирлеудің жоспарлы негізі теодолиттік жүріс болып табылады. Теодолиттік жүрісте жер бетіне шығарылған трассаның барлық нүктелері көрсетіледі (трассаның басы мен аяғы, бұрылу бұрыштарының шыңдары т.с.с.). Теодолиттік жүрісті орындау барысында бұрыштар арасындағы сызықтарда қазық қағылады, горизонталдық бұрыштар, сызықтардың ұзындықтары өлшенеді және пикетаж орындалады (сурет 12.1). **Трассаның бұрылу бұрышы** **φ** (сурет 12.1) деп трассаның алдыңғы және жаңа бағыттары арасындағы бұрышты атайды. 12.1, б суреттен, **φ = 180° - βлев** немесе **φ = βправ - 180°** тең екені байқалады.

 Сызықтардың ұзындығын өлшеу және пикетаж 20-метрлік өлшеуіш-лентамен немесе өлшеуіш-ленталардың басқа түрлерімен де өлшеуге болады. Өлшенген ара қашықтықты қыл-жіпті қашықтық өлшеуішпен тексереді.



*Сурет 12.1 Трассаны бөлу схемасы және пикетажды бекіту: а – кесіндісі, б – планы,*

*в – пикетаж журналы*.

 Трассаның бастапқы пунктінен бастап трасса бойынша әр 100 метр сайын горизонтальдық кесінділерді белгілеу **пикетаж жасау** деп аталады (сурет 12.1, а). Жергілікті жер беткейінің еңіс бұрыштары **υ > 3°** (үш градустан жоғары болған жағдайда) белгіленген еңіс кесіндінің D = 100 м көрсеткішіне («плюс» белгісімен) түзету енгізеді; еңіс бұрыштарын эклиметрмен өлшейді. **Пикет** деп аталатын кесінділердің шеткі нүктелері ағаш қазықтарымен жер бетімен теңестіріп бекітеді; нивелирлеу барырында бұл қазықтарға рейкалар қойылады. Қазықтың жанында «сторожок немесе қарауыл» деген және бір қазық орнатылады, оның бетінде пикеттің номері жазылады (мысалы, ПК0, ПК1 т.с.с.). Трассаның басталуы ПК0 деп белгілейді, сондықтан пикеттің номері трассаның бастапқы нүктесінен *(Начало трассы обозначают ПК0, в результате чего номер пикета обозначит расстояние в сотнях метров от начала трассы)* жұздік метрмен ара қашықтықты көрсетеді.

 Беткейлердің иілген жерлерінің сипатты нүктелерін, сонымен қатар трассаның әр түрлі табиғи кедергілермен (жыра, өзен т.с.с.) және инженерлік құрылыстармен (жол, жер асты және жер үсті коммуникациялары) қиылысқан жерлерін «плюстік» нүктелермен көрсетеді, ал бұл нүктелер жерглікті жерде қазықтармен белгілейді. Олардың трассадағы орны алдыңғы пикеттің номері және плюс алдыңғы пикеттен «плюстік» нүктеге дейінгі арақышықтықпен анықталады, мысалы, ПК1+65,3.

 Жер бедерінің сипатты жерінде эккер мен өлшеуіш лентаның көмегімен трассаның бағытына перпендикуляр болып келетін көлденеңдер (поперечники) жүргізіледі, олардың ұзындығы ғимараттың еніне тәуелді. Көлденеңдердің аяқтарын, яғни шетки нүтелерін, трассаның осімен қиылысқан жерін және беткейлердің иілген жерін қазықтармен белгілейді. Қазықтарда көлденеңдердің белгілерін жазумен көрсетеді, мысалы, $\frac{ПК0+87,2}{Л25}$ .

 Пикетаж жасаумен қатар трасса осінің екі шетінен ені 100-200 м жергілікті жердің контурлы түсірісін жүргізеді. Әдетте, өлшеуіш лента, эккер және теодолиттік рейканы (веха) пайдалана отырып ордината тәсілімен трассадан жан-жаққа 25 метрге дейін ситуацияны түсіреді; 25 – 100 м аралықтағы жергілікті жерді көз мөлшерімен түсіреді.

 Пикетаж жасау мәліметтері мен ситуацияны түсіру нәтижелерін миллиметрлік қағаз парағында белгілі бір масштабта (әдітте, 1:1000 – 1:5000) жасалынған пикетаждық кітапшаға түсіреді (сурет 12.1, в).

 **Трассаны нивелирлеу**. Трасса нүктелерінің биіктіктерін анықтау үшін (пикеттік, «плюстік», көлденеңнің нүктелерін) трасса бойынша нивелирлік жүрісті жүргізеді, ол барлық тұрақты және уақытша реперлерді қамтиды. Нольдік пикеттің абсолюттік биіктігі нивелирлік тордың пункттеріне байланысқан болады. Нивелирлеу техникалық нивелирмен ортадан орындалады. Нивелирден рейкаға дейін қашықтық орта есеппен 100 метр деп қабылданады, ал ауа райы жайлы кезде және жазықты жерде 150 м, ал жағымсыз жағдайда 50 м деп қабылдайды.

 Әр бір станцияда пикетаждың екі нүктесі *байланыс (связующими)*, ал қалғандары («плюстік» және көлденеңнің нүктелері) әдетте *аралық (промежуточными)* нүктелері деп аталады. Күрделі жер бедері жағдайында ұзын көлденеңдерді жеке жүріспен нивелирлейді.

**12.2 Нивелирлеу журналын өңдеу**.

 Нивелирлеу журналын өңдеу дала жағдайында орындалған барлық жазулар мен есептеулерді тексеруден басталады. Есептеудегі қателіктерді анықтау мақсатында журналда әр беттік тексеру жүргізіледі. Әр беттік тексерудің негізгі мәні артқы және алдыңғы рейкалар бойынша алыңған есептердің жиынтығын және станциялардағы салыстырмалы орташа биіктіктерінің жиынтығын есептейді, осы есептеуде төмендегідей теңдік сақталу қажет:

 $\frac{\sum\_{}^{}a- \sum\_{}^{}b}{2}$ **=** $\frac{\sum\_{}^{}h}{2}$ **= Σhср**

 1 – 2 мм айырмашылық салыстырмалы биіктіктердің орта мәнін толық миллиметрлерге домалақтау есебінен пайда болады. Аралық нүктелердегі рейкалардан есеп алу әр беттік тексеруде есепке алмайды. Салыстырмалы орта биіктіктердің өлшенген қосындысы **Σhср**  және нивелирлік жүрістің бастапқы және соңғы нүктелердің арасындағы белгілі (теориялық) салыстырмалы биіктіктер арасындағы айырмашылығы ***қиыспаушылық*** болып табылады:

**fh = Σhср – Σh0**

нивелирлеудің қиыспаушылығын анықтауда төмендегідей жағдайлар болады:

1. *Екі репердің арасындағы нивелирлік жүріс*. Бұл жағдайда жүрістің қиыспаушылығы төмендегідей болады:

**fh = Σhср – (Нкон – Ннач),**

мұнда **(Нкон – Ннач) =** **h0** – жүрсітің бастапқы және соңғы нүктелердің арасындағы салыстырмалы биіктік.

1. *Тұйықталған нивелирлік жүріс*. Нивелирлік жүріс бір нүктеден басталып осы нүктеге қайтып келеді, яғни һ0 = 0. Онда:

**fh = Σhср**

1. *Бір тұрақты нүктеге негізделген нивелирлік жүріс.* Егер нивелирлеу екі нивелирмен орындалғанда онда бірінші нивелирдің салыстырмалы биіктіктер қосындысы **ΣһІ** екінші нивелирдің салыстырмалы биіктіктер қосындысына **ΣһІІ** тең болады. Демек,

**fh = ΣһІ - ΣһІІ**

Егер нивелирлеу тура және кері жүрістермен жасалса, онда тура жүрістің салыстырмалы биіктіктерінің қосындысы **Σһпрям** кері жүрістің салыстырмалы биіктіктерінің қосындысының кері шамасына **Σһобрат** тең болуы керек, яғни:

**fh = Σһпрям + Σһобрат**

 Қарастырылатын мысалымызда (қосымша, кесте 6.1) **Σһпрям = +2415 мм, Σһобрат = -2403 мм, fh = +12 мм.**

 Техникалық нивелирлеудің нақты биіктік қиыспаушылығы мүмкін жіберілетін қиыспаушылықтан аспауы тиіс:

**fh доп = 50 мм**$\sqrt{L}$ или, **fh доп = 10 мм**$\sqrt{n}$

мұнда **L** – жүрістің ұзындығ, км; **n** – жүрсітегі станциялар саны.

 Егер, **fh < fh доп,** онда нақты қиыспаушылықты **fh** жүрістің барлық салыстырмалы биіктіктеріне тепе-тең етіп кері таңбамен бөледі, яғни салыстырмалы биіктікке мынадай түзету енгізіледі:

**σh = –**$ \frac{f\_{h}}{n}$

Түзетулер 1 мм-ге дейін дөңгелектенеді; сонымен бірге түзетулердің қосындысы кері белгімен алынған қиыспаушылыққа тең болады:

**Σσh = - fh**

Түзетілген салыстырмалы биіктіктер мына формуламен есептеліп шығарылады:

**hиспр і = hі + σh**

Түзетілген салыстырмалы биіктіктер бойынша байланыстыру нүктелерінің биіктік белгілерін мына формуламен есептеп шығаруға кіріседі:

**Hn = Hn-1 + hn испр**

мұнда **Hn** есептелетінбиіктік белгісі, **Hn-1** – жүрістің алдыңғы нүктесінің биіктік белгісі.

Биіктік белгілерді есептеп шығарудың дұрыстығын тексеру мынадай формуламен жасалады:

**Hкон = Hнач + Σhиспр** немесе **Hкон – Hнач = Σhиспр**

Барлық байланыстыру нүктелерінің биіктігін анықтағаннан кейін аспаптың горизонттарын есептеп шығаруға кіріседі, бұл жағдай тек қана аралық және көлденең нүктелері бар станциялар үшін жасалуы тиіс. Мұнда аспаптың горизонтын мына формула бойынша табады

**АГ = Нзад + ачер**

мұндағы **ачер** *—* артқы рейканың қара жағы бойынша алынған есептеу.

Аралық нүктелердің биіктік белгілерін аспаптың горизонтының биіктік белгісінен тиісті аралық нүктеге қойылған рейканың қара жағынан алынған есептеуді алып тастау арқылы табады, яғни

**На = АГ - с**

Бізің мысалымызда,

**АГ = Нзад + ачер = 163,815 + 1,035 = 164,850**

**АГ = Нперед + bчер = 162,612 + 2,236 = 164,848**

**АГсред = 164,849**

Аралық нүктелердің биіктік белгілері ПК0 + 22 и ПК0 + 68:

НПК0 + 22 = 164,849 – 0,652 = 164,197

НПК0 + 68 = 164,849 – 2,730 = 162,119

Осылайша көлденең профиль нүктелерінің биіктік белгілерін есептеп шығарады.