

#### 14 ДӘРИС «ТОННЕЛЬДЕРДІ САЛУ КЕЗІНДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР. ТОННЕЛЬ ЖӨНІНДЕ ЖАЛПЫ МӘЛІМЕТ. ТҮСІРУ ӘДІСТЕРІ. ПЛАНДЫҚ ЖӘНЕ БИІКТІК НЕГІЗДЕМЕНІҢ КІРУ РҰҚСАТЫ»

Жер асты құрылыстарын арналауға байланысты *хабарлама жолындағы тоннельдер* (темір жол, метрополитендер, жаяу жүретін); *гидротехникалық* (гидротүйіндер, сумен жабдықтау, мелиорация кешенінде); *өнеркәсіптік, таулы өнеркәсіптік, коммуналдық* (су тоқтары, коллекторлар және т.б.) және *арнайы тоннельдер* болып бөлінеді.

Тоннельдерді салу тереңдігіне байланысты ашық әдіспен немесе жер бетіндегі құрылыстарды зақымдамайтын жабық әдіспен салады. Негізінде ұсақ салынуларды ашық әдіспен құрады. Құрылыстанбаған жерлерде оларды ылдилығы бар қазаншұңқырларда, ал құрылыстанған жерлерде - қадалы немесе шпунттық қоршаулы қазаншұңқырларда салады. Сонғысында қада немесе шпунттарды қазаншұңқыр контуры бойынша қағады. Қадалар арасында ағаш немесе метал қиқымдарын оның ашылуының алдын алу үшін бекітеді.

Қазаншұңқырдың жобалық тереңдігіне дайындықты бетоннан, гидрооқшауланған қабаттан және гидрооқшауланған қорғаныш қабырғаларын салады. Содан соң қабырғалар мен науаны бетондайды. Қабырғаларды жобалық белгіге дейін құрғаннан кейін оларға асып түсулерді салады, сосын территорияның тік жобалауына жобалық белгіге дейін топырақ себед олі. Метрополитеннің екі аралықтық тоннельдердің зауыт жағдайында дайындалған бүтін блоктармен құрады.

Тереңге салынатын тоннельдерді тоннельге кіруді рәсімдейтін қорғаныш қабырғалары деп аталатын порталдар арқылы немесе арнайы камералар мен шахталардың тік дінгектері арқылы құрады. Порталдар арқылы көбінесе тау тоннельдерін, депоға кіретін тоннельдерді салады.

Тау жағдайында темір жол полотносын тау массивіне дейін жеткізеді, содан соң топырақты қазып алып, тоннельдің кіре берісіне опырылудан, қар көшкіндерінен және жауын суларынан қорғайтын қорғаныш қабырғасын тұрғызады. Кейде порталдың алдына рампа-қабырғасын бетонмен немесе таспан қатайтатын қазындыны үнемі көбейтетін ұзынын салады. Тереңге салынатын метрополитен тоннельдерін негізінен шахталардың тік қадаларының, ары қарай эксплуатацияға ыңғайлы болу үшін тоннель трассасынан 20 - 50 м қашықтықта орналастырылады. Жобалық тереңдікке дейін және дінгекті бекіткенге дейінгі өткелден кейін жер астында дінгек жолындағы қазбалар және тоннель трассасына дінгектен шығу штольналарынан салады (қосымша А). Әдістемелік штольналардың трассаға шығуынан кейін тоннель құрылысының маңында сауыт жинауға камералы сауыттық әдіспен салады. Тоннельдің көлденең кимасының сыртқы контуры бойынша топырақты қазып алғаннан кейін обделка деп аталатын тұрақты бекітпе салады. Ол металдан немесе темір бетоннан жасалады және ені 0,75-1,0 м болатын жеке сақиналардан тұрады. Олардың әрқайсысы жеке блоктар

немесе тубингтерден жиналады. Ондай обделканы гидротехникалық және метрополитен тоннельдеріне арналған жұмсақ топырақтарда ғана қолданады.

Тереңге салынатын метрополитен тоннельдерін сауыттық тәсілмен ғана салады. Өткелдік сауыт (қосымша Ә) цилиндр үлгісіндегі қатты жылжымалы болат конструкциясымен көрсетіледі және үш негізгі бөліктен тұрады: конструкциялық қызмет ететін пышақ, демеуші сақина, қабықша. Демеуші сақина көтермелі платформаның тік және жазық аралықтарымен бекітілген. Сауыт оның трасса мен жылжыуна арналған 24 гидравликалық домкраттармен жабдықталған. Сауытты сауыт камерасында құрастырады. Қабықшасында тоннель мен сауыттық домкраттардың камерадан сауыттың көтерілуіндегі тіреуіштің бекітуіне қажет тубингті сақиналарды жинайды. Топыраққа кіру тереңдегі 1 м жуық толық көлденең қимада қабықшаға жиналған сақиналарға тірелетін гидравликалық домкраттарды қосады және сауытты алдығы жылжытады. Оны жылжытқаннан кейін және домкраттарды өшіргеннен кейін тіреуіштер демеуші сақина қатыстырылады, ал босаған кеңістікке блок төсеушінің көмегімен кезекті тубингті сақинаны жинайды.

Тоннельдерді сауыттық әдістермен жұмсақ топырақта сауыттың алдында жыныс жасауды өндірмейді, керісінше сауытты топыраққа домкраттардың түбімен қысып тастайды. Қазіргі кезде метрополитендер құрылысында түпте жыныс жасауды қамтамасыз ететін, оның жинастырылуы және вагонға механикаландырылған тәсілмен тиелуі механикаландырылған сауытты қолданады.

Ерекше күрделі гидрогеологиялық жағдайларда (жүзгіштер, суға қанық тұрақсыз жыныстар) өтпелді қысылған ауада (кессонды жұмыстар) қолданылады. Бұл жағдайда тоннельде жүктерді өткізуге, адамдардың жолына, сонымен қатар қалыпты қысымды жұмыс аймағына координаталар мен дирекциондық бұрыштарды беруге шлюзді камера қоныстандырады.

Хабарлама жолдарындағы тоннельдерді салғанда үш түрлі габарит анықталған: жылжымалы құрамы, құрылысты жақындату және жабдықты жақындау. Жылжымалы құрамның габариті (қосымша Б) ішінде барлық шығып тұратын бөліктері мен серіппенің бұзылуынан оның тербелуі мен ылдиының жылжымалы құрамы салынған контурымен анықталады. Жабдықты жақындату габариті жабдықтың өте шығыңқы нүктелерін (кабельдер, бағдаршамдар, релелік шкафтар, жарық түсіру шамдары және т.б.) қосатын, тоннельдерде орнатылатын контурмен анықталады. Құрылысты жақындату габариті ішіне қарай шығыңқы нүктелер тоннельдердің обделкаларын қосатын контурмен анықталады. Жылжымалы құрам габариті мен жабдықты жақындату габаритінің арасындағы кеңістікті қосалқы габарит деп атайды. Оны жобалаушылар орнатады. Ол 100 м-ге тең. Қосалқы габарит геодезиялық жұмыстардың талап ететін дәлдігін есептеуде бастапқы шама болып есептеледі.

Көлденең қимасының формасы салынатын тоннельдің өлшемінен, арналуынан, құрылыс тәсілінен, қарқындылығынан және топырақтың

қысымының бағытына байланысты болады. Тереңге салынатын метрополитеннің тоннельдері жеке жолды болып салынады.

### Тоннель трассасының негізгі элементтері

Пландағы жобаланған тоннель трассасы тік учаскелер мен айналмалы қисықтардан тұрады. Ал қимада-тік айналмалы қисықтармен түйіскен жазық және ығысқан тік кесінділерден тұрады. Тік учаскелер мен айналмалы қисықтардан тұратын тоннель трассасының осін бөлу осі деп атайды. Пойыздардың тік учаскелерден берілген радиустағы айналмалы қисыққа өткендегі қозғалыстың бірқалыпты болу үшін өтпелі қисықтарды кіргізеді. Оларды кіргізу нәтижесінде айналмалы қисық  $\rho$  шамасына және  $R$  - $\rho$ -ға тең ығысқан айналмалы қисықтың радиусы қисықтың радиусы қисықтықты центріне ығысады.  $\rho$  ығысу шамасы мына формуламен анықталуы мүмкін:

$$\rho = l^3/24c \text{ немесе } \rho = l^2/24R,$$

мұндағы  $l$  - өтпелі қисық ұзындығы;

$c$  - өтпелі қисық параметрі;

$R$  - айналмалы қисық радиусы.

Тік кесінділері, өтпелі және ығысқан қисықтары бар трасса осін жол осі деп аталады. Айналмалы қисық учаскесімен вагонның қозғалысында пайда болатын центрге тартқыш күштің теңестіру үшін сыртқы рельсті ішкісінен  $h$  шамасына биік етіп салады. Соның салдарының вагон енкеяді және оның центрі қисық центріне ығысады. Бұл ығысудың жазық жағдайы мына формуламен анықталады:

$$q = h^* (d/a),$$

мұндағы  $d$  - рельс бастырынан вагон күшінің центрінің биіктігі;

$a$  - рельстердің осьтерінің арасындағы қашықтық.

$q$  шамасына тоннель осі жол осіне қатысты ығысады.

Сыртқы рельстің көтерілуін мына формуламен анықтауға болады:

$$h = 12.5^* (v^*/R),$$

мұндағы  $v$  - қисық сызықты учаскедегі құрамның қозғалыс жылдамдығы, км/сағ;

$R$  - қисық сызықты учаскенің радиусы, м.

Осылай қисық сызықты учаскелердің жобалық сызбаларында тоннель трассасының үш осі бойынша:  $R$  радиуспен бөлу осі,  $R-\rho$  радиусымен жол осі,  $R-(\rho + q)$  радиусымен тоннель осі туралы мәліметтер береді.

Метрополитен тоннельдері бір жолды ғана салады. Тура және кері бағыттағы пойыздар қозғалысын ара қашықтығы 25,4 м болатын екі параллель тоннельдерге салады. Егер тоннельдер арасындағы трасса осі бойынша пикетаждың өсу бағытымен қозғалса, онда оң жақта орналасқан тоннелді - оң, сол жақтағыны - сол деп аталады.

Жобалау кезінде ыңғайлы болу үшін есептеулер мен трассаны натураға шығарғанда оң және сол тоннельдердің аттас пикеттерін трасса осіне перпендикуляр етіп орналастырады. Айналмалы қисықтардың ұзындығы мен радиустарын оң және сол жолдарда бірдей етіп жобалайды, сондықтан сыртқы (сол) жолға қарағанда ішкі (оң) жолда  $O_{II}N$  және  $O_{II}N$  радиустарының арасында (қосымша В) аз пикеттер салынған. Осының салдарынан қисықтан тыс учаскеде оң және сол жолдардың аттас пикеттер оның осіне бір перпендикулярда орналаппаған. Ол құрылыс пен эксплуатацияға көптеген ыңғайсыздықтар тудырады. Оларды жою үшін ұзындығы 100 м-ден көп немесе аз дұрыс емес пикеттерді кірістіреді. Айналмалы қисықтардың оң және сол тоннельдердегі ұзындықтары бірдей болғандықтан, дұрыс емес пикеттердің 100 м ұзындығынан ауытқу  $a=a_1+a_2$  шамасымен анықталады, мұнда ( $a_1= a_2$ ).

Тоннельдер арасындағы D қашықтығы мен трассаның  $\Theta$  бұрылу бұрышы болғанда  $a_1=Dtg(\Theta/2)$  немесе  $a=a_1+a_2 =2 Dtg(\Theta/2)$ , шамасын сол тоннельдің соңғы пикетіне немесе бірдей, бірақ оң және сол жолдардың пикеттеріне түрлі таңбамен енгізеді, а мәні «+» таңбасымен кіргізілуі тиіс.

Планда жобаланған трассаның жағдайын анықтайтын мәліметтерімен жоба сызбасын трассаның геометриялық сұлбасы деп аталады, және 1:1000 масштабта құрады. Жобаланған трассаның қимасы ылди түзулерден және тік қисықтардан тұрады. Ылдилар оң (көтерілу кезінде) және теріс (түсу кезінде) болуы мүмкін. Бір ылдидан екіншісіне бірқалыптырақ өткелген тік айналмалы қисықтарды енгізеді, тік қисықтардың радиустары негізінде үлкен, ал қиманан сыну бұрышы шағын болады. Сондықтан да айналмалы қисықтардың түзулермен түйісуіне өтпелі қисықтарды енгізудің қажеті жоқ. Тік қисықтың жоба сызбасында орналасуын анықтау үшін нүктелердің пикетажды мәні беріледі: (НВК тік қисықтың басы (ТҚБ), П (қисықтың сыну нүктесі) және КВК (тік қисықтың соңы (ТҚС)).

### Тоннель трассасының аналитикалық жолмен есептелуі

Тоннель жобасын жасау үшін трассаның барлық пикеттерінің координаталарын және қисықтық нүктелерін білу керек.

Тік учасклерде пикеттер арасындағы координаталардың өсімін белгілі формулалар бойынша шығарады:

$$\Delta x_i = d \cos \alpha_i, \quad \Delta y_i = d \sin \alpha_i,$$

мұндағы  $d$  - негізіне 100000 мм тең пикеттер арасындағы жобалық қашықтық,

$\alpha_i$  - трассаның бұрылу бұрыштары арқылы анықталатын тік учаскелердің дирекциондық бұрышы:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + \theta_{\text{оң}} = \alpha_i - \theta_{\text{сол}},$$

мұндағы  $\theta_{\text{оң}}$  және  $\theta_{\text{сол}}$  сәйкесінше трассаның оң және сол бұрылу бұрыштары.

Айналмалы қисықта орналасқан пикеттердің координаталарын орталық бұрыштар мен қисық центрінің координаталарының радиус ұзындығы арқылы немесе тартылған хордалар мен олардың арасындағы бұрыштар арқылы мына формулармен анықтайды:

$$\lambda_1 = (k_1 / R) \cdot \rho; \gamma_{\text{п}} = (\kappa_{\text{п}} / R) \cdot \rho; \gamma_{\text{нп}} = (\kappa_{\text{нп}} / R) \cdot \rho; \gamma_2 = (\kappa_2 / R) \cdot \rho,$$

мұндағы  $\gamma_1$  - НКК нүктесі мен қисықтық жатқан бірінші пикет арқылы өткізілген О нүктесіндегі радиустар арасындағы орталық бұрыш (сур.5);

$\gamma_2$  - қисықта жатқан соңғы пикет пен ККК нүктесі арқылы өткізілген радиустар арасындағы орталық бұрыш;

$\gamma_{\text{п}}$  - қалыпты пикетке сәйкес орталық бұрыш;

$\gamma_{\text{нп}}$  - дұрыс емес пикетке сәйкес орталық бұрыш;

$k_1, k_2, k_{\text{п}}$  және  $\kappa_{\text{нп}} - \lambda_1, \lambda_2, \lambda_{\text{п}}, \gamma_{\text{нп}}$  орталық бұрыштарына сәйкес доғалар ұзындығы.

Орталық бұрыштардың есептелген мәндерін мына формуламен тексереді:

$$\gamma_1 + n\gamma_{\text{п}} + \gamma_{\text{нп}} + \gamma_2 = \theta,$$

мұндағы  $n$  - қалыпты пикеттер саны;

$\theta$  - трассаның бұрылу бұрышы.

Осыған ұқсас теңдікті орталық бұрыштарды есептеуде қолданылатын айналмалы қисықтың ұзындығы қанағаттандыруы керек, яғни

$$k_1 + nk_{\text{нп}} + k_2 = K,$$

мұндағы  $K$  - айналмалы қисықтың толық ұзындығы.

Қисықтың центрінің айналмалы қисықтың басының нүктелерінен координаталарын төмендегі формуламен анықтайды:

$$x_0 = x_{\text{НКК}} + R \cos(\alpha_{\text{Т}} + 90^\circ) \quad y_0 = y_{\text{НКК}} + R \sin(\alpha_{\text{Т}} + 90^\circ),$$

мұндағы  $\alpha_n$  - бірінші тангенстің дирекциондық бұрышы.

О центрінен О-НKK сызығының белгілі дирекциондық бұрышынан  $(\alpha_1 + 270^\circ)$ -қа тең қисықтың пикеттерінің бағытының дирекциондық бұрыштарын сәйкес  $\gamma$  орталық бұрыштарын қосу жолымен анықтайды. Бұл дирекциондық бұрыштармен және қабылданған радиусын қисықтың центріне қатысты координаталардың өсімен табыды:

$$\Delta_x = R \cos(\alpha_n + 270^\circ + \gamma_i); \quad \Delta_y = R \sin(\alpha_n + 270^\circ + \gamma_i).$$

Тартылатын хордалар арқылы қисықтың координаталарын есептеу үшін дирекциондық бұрыштар осы хордалардың ұзындығын білу қажет.

Хордалардың дирекциондық бұрыштар теңбүйірлі үшбұрыштардан шығарылатын бастапқы дирекциондық бұрыштардан  $\alpha_n$  және  $\alpha_{T2}$  тангенс сызықтарының тартылған хордалар мен радиустардан құрылған хорданың бұрылу бұрыштарының мәндері бойынша анықтайды. Мысалы, келтірілген есептеу сұлбасы үшін сур. 1 мыналарды алады:

Нүктелер	Бұрылу бұрыштары
НKK	$180^\circ - \left(\frac{\gamma_1}{2}\right)$
ПК2	$180^\circ - \frac{\gamma_2}{2} - \frac{\gamma_{II}}{2}$
ПК3	$180^\circ - \frac{\gamma_{II}}{2} - \frac{\gamma_{III}}{2}$
КKK	$180^\circ - \left(\frac{\gamma_2}{2}\right)$

$b_i$ -хорда ұзындығын теңбүйірлі үшбұрыштардан  $k_i$  қисықтар мен  $\gamma_i$  (сур.2) орталық бұрыштардың мәндері бойынша анықталады:

$$\frac{b_i}{2} = R \sin \frac{\gamma_i}{2}.$$

Хордалардың ұзындығын есептеуді тексеру мына формуламен жүргізілуі мүмкін:

$$b_i = k_i - \frac{k_i^3}{24R^2}$$

Келесі есептеулер үшін (НПК) өтпелі қисықтардың басының нүктелерінің координаталарын алу керек. Бұл есептеулерге бастапқы берілгендер ретінде айналмалы қисықтың басы (НKK) мен соңғы (KKK) координаталарын, сонымен бірге айналмалы қисыққа жанасқан (қосымша Д) трассаның тік учасклерінің дирекциондық бұрыштарын алады.

Өтпелі қисықтың басы мен басқа қисықтың басы немесе соңының арасындағы қашықтықты келесі формуламен анықтайды:

$$t_1 = \frac{l}{2} + \frac{l^3}{60c^2}.$$

тексеру үшін  $t_2$  мәнін есептейді:

$$t_2 = \frac{l}{2} - \frac{l^3}{24c^2}.$$

$l$  және  $c$  шамаларын жобалық сызбадан алады, өтпелі қисықтардың соңының координаталарын 2 тәсілмен есептеп шығарады:  $\varphi$  орталық бұрышы арқылы немесе  $x_1$  абциссасы мен  $y_1$  ординатасы арқылы.

Өтпелі қисықтың  $\varphi$  бұрылу бұрышын мына формуламен анықтайды:

$$\varphi = \frac{l^2}{2c} \rho$$

Айналмалы қисықтың  $O$  центрі мен өтпелі қисықтың соңының арасындағы қашықтығы жолдың осінің радиусы болып табылады, яғни  $R_{\text{жол}} = R - r$ , мұндағы  $r$  – ығысу (1) формуламен анықталады. Өтпелі қисықтың соңының координаталарын  $\varphi$  бұрышы арқылы анықтауда бастапқа ретінде айналмалы қисықтың басы (НKK) мен соңының (KKK) координаталарын, сонымен бірге бұл нүктелерді айналмалы қисықтың орталығымен қосатын радиустардың дирекциондық бұрыштарын есептейді, өтпелі қисықтың координатасын  $x_1$  абцисса мен  $y_1$  ордината арқылы есептеуде басы ретінде тангенстер сызығын алады,  $x_1$  және  $y_1$  шамаларын төмендегі формуламен анықтайды:

$$x_1 = l \frac{l^3}{40c^2}; \quad y_1 = \frac{l^3}{6c};$$

$X_1$  тексеру үшін мына формула қолданылады:  $t_1 + t_2 = x_1$

Өтпелі қисықтар мен пикеттердің координаталарын есептеді. Мұнда радиус шамалары сәйкес  $R_{\text{жол}} = R - r$ ,  $R_T = R - (p + q)$  тең болу керек. Мұндағы  $R_T$  - тоннельдің осінің радиусы,  $p$  және  $q$  - остердің ығысуы (1), (2) формуламен есептеледі.

Тоннельдің осін натураға шығарғанда айналмалы қисықта түзу сызықтардан тұратын сынық контурмен орындайды, түзу сызықтар- хордалар немесе жанама. Олардың ұзындықтары көп болған сайын қисықтың натурадағы бөлінетін саны аз болады. Бірақ бұл кезде  $f_0$  ойыс тілі үлкейе түседі, хорда үшін мына формуламен анықталады:

$$f_0 = \frac{k_b^2}{8R},$$

мұндағы  $k_b$  - айналмалы қисықтың тартылған  $b$  хордасының ұзындығы.

### Тоннель трассасын құру сұлбасының геодезиялық негіздемесі

Жер асты құрылыстарын құруға арналған геодезиялық негіздемелерді екі бөлікке бөлуге болады: жер бетіндегі геодезиялық негіздеме және жер асты қазбаларының геодезиялық негіздемесі (жер астын бөлу негізі).

Күндіз геодезиялық негіздеме жер асты құрылысының аумағында тау аралық өткел жұмыстарының басына дейін, жер асты негізі-тау аралық өткел жұмыстарының барлық кезіңінде жер асты құрылыстарын құру шаралары бойынша құрылады.

Геодезиялық негіздеме құрылыс кешеніне кіретін барлық жер үсті және жер асты құрылыстарын натураға дәл шығаруды қамтамасыз ету үшін құрылады. Геодезиялық негіздеме барлық бөлу жұмыстарына бастапқы болып алынады. Пландық геодезиялық негіздеме жер үстінде тоннельді триангуляция болып табылады. Негізгі геодезиялық негіздемені жиілету үшін тоннельдің жобаланған трассасының бойымен негізгі полигонометрия жүрістерін салады.

Негізгі полигонометрия пункттерінен бағандарға координаталар беру үшін әдістемелік полигонометрия немесе триангуляция торларын салады. Төмендегі суретте жербетіндегі метрополитен тоннелінің құрылысына арналған жалпы пландық геодезиялық негіздеменің сұлбасы келтірілген.

Одан әрі жер асты қазбаларын бағдарлауды орындайды, яғни дирекциондық бұрыш пен координаталарды жер асты қазба жұмыстарына береді. Бағдарлауды жер асты полигонометрия пункттерінде бекітілген бағанда жүргізеді. Әдістемелік штольняларда екі аралық тоннельге шығуға дейін жер астылық әдістемелік полигонометрияны салады. Трассаға шыққаннан кейін алға қозғалып бара қазбалардың соңынаналдымен қабырғаларды 25 - 50 м жұмыстық полигонометрия жүрістерін, содан соң қабырғалары 50 - 100 м негізгі жер асты полигонометриясын салады. Қазбаны жою кезінде 200 м және одан да көп бағандардан қазбаларға бас жер асты полигонометрия жүрістерін дирекциондық бұрышты берудің дәлдігін жоғарылату үшін салады. Бас полигонометрия жұмыстарының пункттерін 2-3 қабырғалар сайын негізгі жер асты полигонометриясын қосады.

Тоннельді триангуляция трассасың бойымен созылған үшбұрыштар тізбесі немесе геодезиялық төртбұрыштарды байланыстырушы бұрыштары  $40^0$ -тан кем емес. Қаладан тыс территорияда салынатын тоннельдер үшін триангуляция торын дербес базистерде дамытады. Базистер ретінде тордың соңында орналасқан қабырғаларды, ал ұзын тоннельдерде ортасында орналасқан қабырғаларды алады. Бастапқа координаталарды алу үшін пункттердің біреуін мемлекеттік пункттеріне байланыстырады.

Метрополитендердің құрылысына арналып салынған тоннельдердің триангуляция торлары қала триангуляциясының ыңғайлы орналасқан пункттерді кірістіреді және оларға сүйенеді. Егер бұл пункттер координаталардың дәлдігі бойынша бастапқы ретінде қолданылуы мүмкін.

Тоннельдік триангуляцияны құру кезінде міндетті түрде дирекциондық бұрыштың екі сыбайлас баған сайын бір қабырғадан беру мүмкіндігін қарастырады. Бұл бастапқы дирекциондық бұрыштың несбойка шамасына қателіктің әсерін шығаруға мүмкіндік береді. Пункттерді шахта бағандарына жақынырақ орналастыруға тырысады, бірақ жер асты қазба жұмыстарын жүргізгенде пайда болатын мүмкін болатын деформация аймағынан тыс емес триангуляцияны бір айдан кем емес үзіліспен екі рет жүргізеді.