

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ТА САМОСТІЙНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ "ЗАГАЛЬНИЙ КУРС МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ СПРАВИ"

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ ТА САМОСТІЙНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ "ЗАГАЛЬНИЙ КУРС МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ СПРАВИ"

Розглянуто:
на засіданні кафедри
маркшейдерської справи
Протокол №5 від 05.11.2010р.

Затверджено:
на засіданні навчально-
видавничої ради ДонНТУ
Протокол №5 від 06.12.2010р.

УКД 622.1:528

Методичні вказівки до виконання лабораторних та самостійних робіт з дисципліни "Загальний курс маркшейдерської справи" / А.В. Стягун, І.В. Філатова, А.М. Грищенко, Н.А. Бугайова - Донецьк: ДонНТУ, 2010. - 42с.

Приведено зміст лабораторних робіт студентів спеціальності 7.090307 «Маркшейдерська справа» по курсу «Загальний курс маркшейдерської справи». Методичні вказівки призначені для підготовки магістрів, спеціалістів, бакалаврів, що навчаються по формам навчання: денна, заочна, екстернат.

Методичні вказівки виконання лабораторних та самостійних робіт з дисципліни "Загальний курс маркшейдерської справи" рекомендовані до видання методичною комісією спеціальності «Маркшейдерська справа» (протокол №5 від 05.11.2010р.)

Укладачі:

А.В. Стягун, доц.
І.В. Філатова, доц.
А.М. Грищенко, ас.
Н.А. Бугайова, ас.

Відповідальний за випуск:
зав. кафедри

М.М. Грищенко

Рецензент:
доц. кафедри «Геоінформатики та геодезії»
к.т.н.

О.Г. Пертушин

Зміст

Лабораторна робота №1	
Перевірки та юстировки маркшейдерських приладів та інструментів.....	5
Лабораторна робота №2	
Створення маркшейдерського планового обґрунтування	14
Лабораторна робота №3	
Орієнтирно-сполучні зйомки.....	18
Лабораторна робота №4	
Вертикальні зйомки.....	23
Лабораторна робота №5	
Передача висотної відмітки довгоміром ДА-2.....	27
Лабораторна робота №6	
Гіроскопічне орієнтування.....	29
Самостійна робота №7	
Вивчення маркшейдерської графічної документації та рішення задач за допомогою плану гірничих виробок.....	34
Лабораторна робота №8	
Визначення обсягу вийнятої гірничої маси.....	37
Лабораторна робота №9	
Визначення обсягу порід і рослинного ґрунту, необхідного для рекультивації відпрацьованої ділянки способом вертикальних рівнобіжних перетинів.....	39
Самостійна робота №10	
Геометричне нівелювання і побудова профілю траси.....	41
Список рекомендованої літератури.....	42

Лабораторна робота №1

Перевірки й юстировки маркшейдерських приладів та інструментів

Кожен інструмент повинен відповідати визначеним вимогам, покладеним в основу його конструкції, і призначенню. Дії, вироблені з метою визначення відповідності інструмента цим вимогам, називається перевітками (компаруванням).

Перевіткам піддаються нові інструменти перед введенням в експлуатацію або які надійшли з ремонту, зі складу після тривалого збереження. У період експлуатації перевірки інструментів виконуються за необхідністю. Результати перевірок записуються в паспортах.

1.1 Перевірки теодолітів

Перевірка стійкості штатива і трегера.

Теодоліт встановлюють на штативі й наводять зорову трубу на дальню точку. Прикладаючи бічне зусилля в горизонтальній площині, переконуються у відсутності залишкових зсувів сітки ниток зорової труби щодо обраної точки. При наявності залишкових зсувів необхідно: усунути люфт у шарнірах голівки й у ніжках штатива; відрегулювати хід піднімальних гвинтів і закріпити три гвинти, що кріплять пружину до підставки трегера.

Перевірку повторюють.

Перевірка перпендикулярності осі циліндричного рівня вертикальній осі теодоліта.

Вісь циліндричного рівня встановлюють паралельно прямій, що з'єднує два піднімальні гвинти трегера. Обертаючи ці гвинти в протилежних напрямках, виводять пухирець рівня на середину. Повернувши теодоліт на 90^0 , третім піднімальним гвинтом пухирець рівня виводять на середину. Потім теодоліт повертають на 180^0 . Зсув пухирця рівня не повинний перевищувати одного ділення рівня. У протилежному випадку, половину зсуву усувають піднімальними гвинтами трегера, а другу половину - юстировочними гвинтами рівня.

Перевірку повторюють.

Перевірка перпендикулярності горизонтальної нитки сітки вертикальної осі обертання теодоліта.

Зорову трубу наводять на точку, сполучивши зображення з лівим кінцем горизонтального штриха сітки ниток і, обертаючи навідним гвинтом по азимуту, стежать за зсувом зображення точки з правого кінця штриха сітки ниток. Якщо величина сходу перевищує три товщини штриха необхідно виправити положення сітки ниток, попередньо послабивши чотири кріпильних гвинти сітки ниток.

Перевірку повторюють.

Перевірка перпендикулярності візирної осі зорової труби горизонтальної осі обертання труби (визначення колімаційної погрішності).

Зорову трубу наводять при положенні теодоліта "коло ліворуч" на дальню точку, напрямок на котру повинен бути приблизно горизонтальним і беруть відлік по горизонтальному колу КП1 (прикладі узяття відліку приведені на рис. 1.1 і 1.2).

Повторюють наведення на обрану точку при положенні теодоліта "коло праворуч" і беруть відлік КП1.

Повернувши теодоліт у трегері на 180^0 , повторюють вищеописані дії і беруть відліки КП2 і КП1.

Колімаційну погрішність c обчислюють по формулі:

$$c = \frac{(КЛ1 - КП1 \pm 180^0) + (КЛ2 - КП2 \pm 180^0)}{4}$$

Перевірку повторюють і обчислюють середнє значення c , за умови, що різниця між значеннями колімаційної погрішності не перевищує 15".

Якщо абсолютне значення колімаційної помилки перевищує припустиму величину, що залежить від точності теодоліта і точності майбутніх маркшейдерських робіт, то варто зробити усунення колімаційної погрішності.

Обчислюють правильний відлік для горизонтального кола по формулах:

$$KL_{испр} = KL - c \text{ або } KP_{испр} = KP + c;$$

і встановлюють його на лімбі.

Зсув сітки ниток із зображення точки, що спостерігається, усувається в такий спосіб:

- у теодолітів Т5ДО, Т5 за допомогою горизонтально розташованих юстировочних гвинтів, розташованих під ковпачком на окулярі зорової труби;
- у теодолітів 2Т5ДО, 2Т5КП обертанням клинового кільця, розташованого в середній частині зорової труби;
- у теодоліта 3Т2КП обертанням клинового кільця, розташованого в середній частині зорової труби, а залишкову величину колімаційної погрішності усувають за допомогою юстировочних гвинтів, закритих ковпачком на окулярі зорової труби.

Перевірку повторюють.

Визначення місця нуля (зеніту) вертикального кола.

Значення місця нуля (зеніту) вертикального кола МО (MZ) визначають візуванням на дальню точку при двох положеннях теодоліта й узяттям відліків по вертикальному колу КЛ і КП (приклад узяття відліків приведений на рис. 1.1 і 1.2). МО (MZ) обчислюють по формулах, у залежності від типу теодоліта (у залежності від оцифрування лімба вертикального кола).

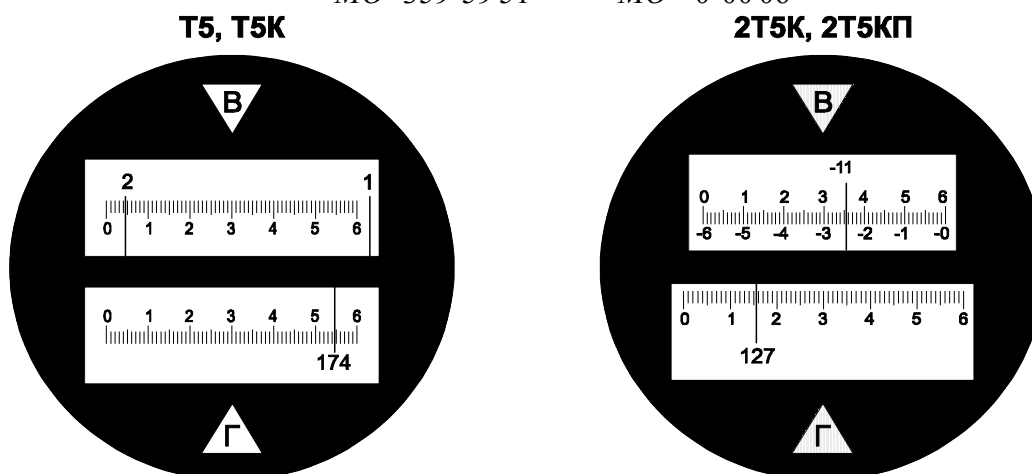
Для теодолітів Т5 (Т5ДО) місце нуля визначають по формулі:

$$MO = \frac{KL + KP + 180^0}{2}.$$

При цьому до відліку меншому 90^0 треба додати 360^0 .

Наприклад:

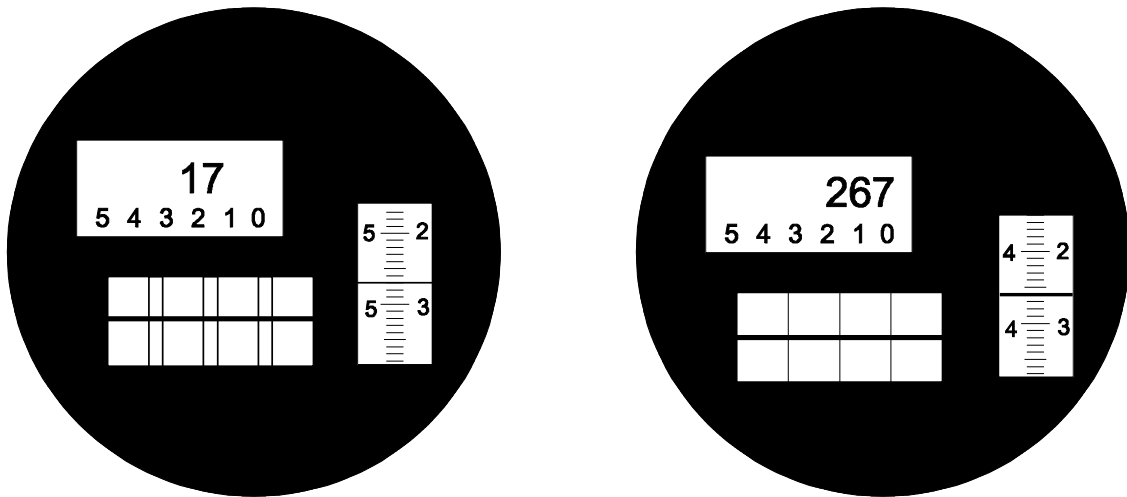
$$\begin{array}{ll} KL=179^028'00" & KL=180^007'42" \\ KP=0^031'42" & KP=359^052'30" \\ MO=359^059'51" & MO=0^000'06" \end{array}$$



відлік по вертикальному колу:
 $174^054'30"$
 відлік по вертикальному колу:
 $02^004'36"$

відлік по горизонтальному колу:
 $127^015'42"$
 відлік по вертикальному колу:

Рис.1.1 - Поле зору відлікового мікроскопа теодолітів



Відлік по вертикальному колу: $17^{\circ}25'27''$

Відлік по вертикальному колу: $267^{\circ}14'26''$

Рис.1.2 - Поле зору відлікового мікроскопа теодоліта 3Т-2КП

Для теодолітів 2Т5ДО (2Т5КП) місце нуля визначають по формулі:

$$MO = \frac{KL + KP}{2}$$

Наприклад:

$$\begin{array}{ll} KL=0^{\circ}24'36'' & KL=0^{\circ}35'42'' \\ KP=-0^{\circ}23'12'' & KP=-0^{\circ}36'12'' \\ MO=0^{\circ}00'42'' & MO=-0^{\circ}00'15'' \end{array}$$

Для теодолітів 3Т2КП обчислюють місце zenіту по формулі:

$$MZ = \frac{KL + KP - 360^{\circ}}{2}$$

Наприклад:

$$\begin{array}{ll} KL=92^{\circ}46'04'' & KL=74^{\circ}06'45'' \\ KP=267^{\circ}14'26'' & KP=285^{\circ}50'59'' \\ MZ=+0^{\circ}00'15'' & MZ=-0^{\circ}01'08'' \end{array}$$

Визначення МО (MZ) повторюють і обчислюють його середнє значення, якщо різниця між окремими значеннями не перевищує $15''$.

Якщо абсолютне значення МО (MZ) перевищує припустиму величину, що залежить від точності теодоліта і точності майбутніх маркшейдерських робіт, то варто зробити виправлення МО (MZ).

Виправлення МО для теодолітів Т5 (Т5ДО) виконується в лабораторних умовах. Під час польових робіт рекомендується використовувати обчислене значення МО.

Для виправлення МО для теодолітів 2Т5ДО (2Т5КП) установлюють по вертикальному колу відлік рівний $KL-MO$ або $KP+MO$ за допомогою юстировочного гвинта, розташованого на бічній стійці теодоліта.

У теодолітів 3Т2КП місце zenіту виправляють у такий спосіб: на шкалі мікрометра установлюють відлік $5'00''$, а навідним гвинтом зорової труби сполучають штрихи лімба вертикального кола. Обертаючи рукоятку мікрометра, змінюють відлік на величину MZ (зменшують при позитивному або збільшують при негативному MZ). Юстировочним гвинтом, розташованим на бічній стійці теодоліта, точно сполучають штрихи лімба. Перевірку повторюють.

Перевірка перпендикулярності осі обертання зорової труби осі обертання теодоліта (визначення осі нахилу осі обертання зорової труби).

Теодоліт установлюють на штативі за рівнем на відстані 2-3 м від стіни. На стіні намічають точку під кутом 25-35⁰ до обрїю. Наводять перехрестя сітки ниток зорової труби на точку і закріплюють алідаду. Нахиляють зорову трубу вниз на такий же кут від площини обрїю і намічають другу точку, зображення якої точно збігалось б з перехрестям сітки ниток. Алідаду повертають на 180⁰ і знову наводять зорову трубу на верхню точку. Нахиляють трубу вниз і визначають зсув вертикальної риски сітки ниток щодо нижньої точки в частках ширини бісектора. Зсув не повинний бути більш ніж 2 ширини бісектора.

Перевірку повторюють.

Різниця зсуву при першому і другому визначеннях не повинна перевищувати 0,5 ширини бісектора. При середнім значенні зсуву вертикального штриха сітки ниток щодо нижньої точки більш ніж на 2 ширини бісектора, нахил осі обертання зорової труби рекомендується усунути в майстернях.

1.2 Перевірки нівелірів

Перевірка стійкості штатива і трегера.

Перевірка виконується також як і для теодолітів.

Перевірка паралельності осі круглого рівня вертикальної осі обертання нівеліра.

Нівелір встановлюють на штативі та піднімальними гвинтами виводять пухирець круглого рівня на середину. Нівелір повертають на 180⁰. При відході пухирця із середини, юстировочними гвинтами рівня повертають пухирець рівня до центра на половину його зсуву, другу половину зсуву усувають піднімальними гвинтами трегера.

Перевірку повторюють.

Перевірка перпендикулярності горизонтальної нитки сітки ниток вертикальній осі обертання інструмента.

Перевірка виконується також як і для теодоліта.

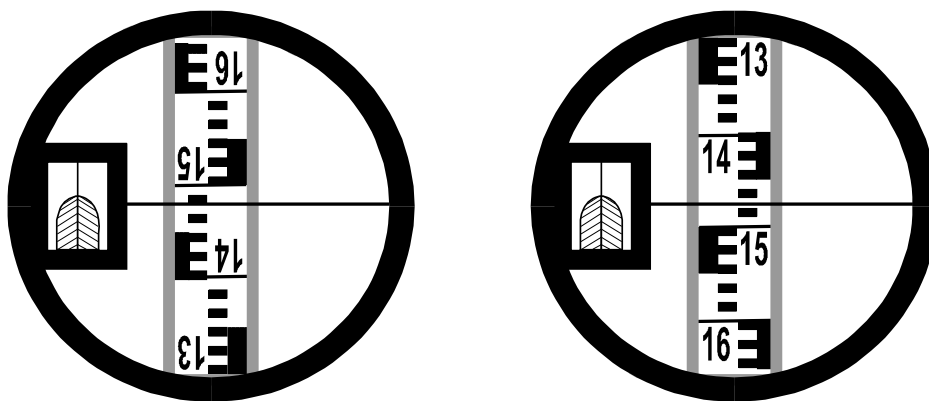
Перевірка паралельності візирної осі зорової труби осі циліндричного рівня.

На відстані 80-100 м. встановлюють дві нівелірні рейки. Нівелюванням із середини визначають перевищення

$$h = a - b,$$

де a і b відліки, відповідно по задній і передній рейках (прикладі узяття відліків приведені на рис. 1.3).

Встановлюють нівелір у 3-4 м. від задньої рейки і визначають перевищення



отсчет по рейке -1481

отсчет по рейке 1472

Рис. 1.3 - Поле зору нівеліра Н-3

$$h' = a' - b'$$

Якщо різниця перевищень $d = h - h'$ більш 4 мм., те виправлення роблять у такий спосіб: елеваційним гвинтом горизонтальну нитку сітки встановлюють на відлік $a'-d$ на передню рейку (при цьому пухирець рівня зміститься із середини). Зсув пухирця циліндричного рівня усувають юстировочними гвинтами рівня.

Перевірку повторюють.

1.3 Компарування рулеток

Відповідно до [3] сталеві рулетки, призначені для виміру довжин сторін у полігонометричних ходах, повинні бути прокомпаровані з відносною похибкою не більш 1:15000. Компарування рулеток може виконуватися одним з наступних способів:

- 1) вимір метрових інтервалів рулетки контрольним метром;
- 2) звіренням довжин рулетки з еталонною довжиною компаратора.

Компарування рулетки на компараторі професора Ф.Ф. Павлова.

Пристрій компаратора представлений на рис. 1.4

Рулетка, що компарується знімається з бобіни, розтягується між двома колісьми компаратора, а її кінці скріплюються затиском.

Процес компарування рулетки складається з послідовного виміру метрових інтервалів контрольним метром, покладеним на столі.

Вимір кожного метрового інтервалу рулетки виробляється двічі зі зсувом контрольного метра після першого виміру. Відліки по контрольному метру беруться з точністю 0.02 мм. Різниця з двох положень контрольного метра не повинна перевищувати 0.06мм.

У процесі компарування вимірюють температуру повітря або контрольного метра.

У табл.1.1 приведено приклад обробки результатів компарування 20-метрової рулетки.

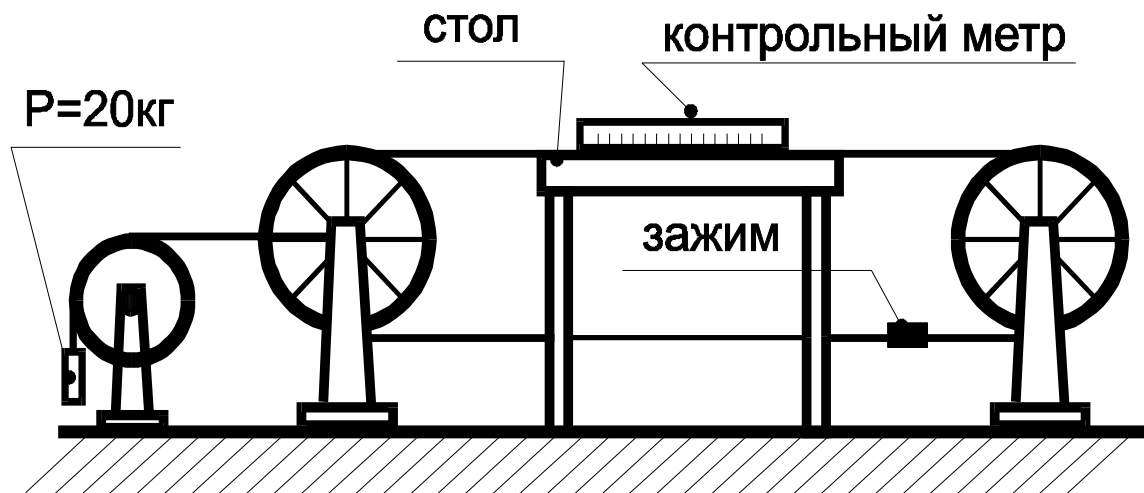


Рис.1.4 - Компаратор проф. Ф.Ф. Павлова

Таблиця.1.1 - Журнал компарування сталевї рулетки контрольним метром

Виконавці: студент Кравченко Л.И.

15 травня 1982 р.

студент Павловський Г.М.

Контрольний метр № 2340

Рулетка №27, L=20 м

Рівняння рулетки: $1000+0,03+0,0185 \cdot (t_{cp}-20^0)$

Інтервали рулетки	Прямий хід; $t=15^0C$			Середні <i>П-Л</i>	Зворотний хід, $t=17^0C$			Середні <i>П-Л</i>	Середнє з прямого і зворотного	Виправлення за довжину контр. метра $i t$	Довжина інтервалів рулетки, мм	Оцінка точності $d=(5)-(6)$
	Відліки		<i>П-Л</i>		Відліки		<i>П-Л</i>					
	<i>Л</i>	<i>П</i>			<i>Л</i>	<i>П</i>						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0-1	2,62	1003,04	1000,42	1000,43	3,58	1003,98	1000,40	1000,42	1000,43	-0,04	1000,38	0,01
	1,10	1001,54	1000,44		4,16	1004,60	1000,44					
1-2	11,56	1011,94	1000,38	1000,36	5,76	1006,00	1000,24	1000,23	1000,30	-0,04	1000,25	0,13
	8,76	1009,10	1000,34		4,98	1005,20	1000,22					
2-3	3,18	1003,10	999,92	999,95	6,20	1005,80	999,60	999,58	999,77	-0,04	999,72	0,37
	4,38	1004,36	999,98		3,58	1003,14	999,56					
.....												
17-18	8,10	1008,00	999,90	999,86	2,50	1002,36	999,86	999,85	999,86	-0,04	999,81	0,01
	9,02	1008,84	999,82		3,10	1002,94	999,84					
18-19	2,62	1002,90	1000,28	1000,29	4,20	1004,58	1000,38	1000,35	1000,32	-0,04	1000,28	0,06
	1,10	1001,40	1000,30		6,30	1006,62	1000,32					
19-20	6,88	1006,30	999,42	999,44	1,52	1001,08	999,56	999,55	999,50	-0,04	999,45	0,11
	5,04	1004,50	999,46		3,14	1002,68	999,54					
								Σ	20001,33	-0,88	20000,45	

де $t_{cp} = \frac{15^0 + 17^0}{2} = 16^0 C$, - середня температура при вимірах;

Середня погрішність виміру довжини одного інтервалу

$$m_{cp} = \pm \sqrt{\frac{dd}{2 \cdot n}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \pm \sqrt{\frac{8650 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 20}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \pm 0.104 \text{ мм}$$

Погрішність визначення довжини рулетки:

$$M = \pm m_{cp} \cdot \sqrt{n} = \pm 0.104 \cdot \sqrt{20} = \pm 0.47 \text{ мм.}$$

Відносна погрішність:

$$\frac{M}{L} = \frac{0.47}{20000} = \frac{1}{42000}.$$

У стовпчики 2, 3, 6, 7 журнали компарування записуються відліки по контрольному метру при вимірах у прямому і зворотному ході. У стовпчики 4,8 - значення метрових інтервалів, обчислені за результатами відліків. У колонках 5,9 визначаються середні значення інтервалів і в колонку 10 - середні значення інтервалів із прямого і зворотного ходів.

У колонці 11 обчислюється виправлення за довжину контрольного метра і температуру повітря при вимірах на компараторі, для чого використовується рівняння контрольного метра.

Контрольний метр № 2340 має наступне рівняння:

$$l = 1000 + 0.03 + 0.0185 \cdot (t_{cp} - 20^0) \text{ мм,}$$

де 0,03 мм - виправлення контрольного, метра визначені на заводі при температурі $20^0 C$;

0,0185 - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу, з якого виготовлений контрольний метр;

t_{cp} . - середня температура при компаруванні рулетки.

Виправлення обчислюють по формулі:

$$\sum \Delta l_{20} = l_{инт} \cdot [0.03 + 0.0185 \cdot (16^0 - 20^0)],$$

де $l_{инт}$ - довжина інтервалу.

У колонці 12 приводяться виправлені довжини метрових інтервалів рулетки при температурі $16^0 C$.

У колонках 13, 14 визначаються різниці d середніх значень довжин інтервалів із прямого і зворотного ходів, їхні квадрати, необхідні для оцінки точності компарування рулетки.

Виправлення за приведення довжини рулетки до температури $20^0 C$ обчислюють по формулі:

$$l_{20} = 0.0115 \cdot L \cdot (20^0 - t_{cp.}) \text{ мм,}$$

де 0,0115 - коефіцієнт лінійного розширення стали, з якої виготовлена полотнина рулетки; L - довжина рулетки в метрах;

$t_{cp.}$ - температура компарування рулетки.

Для нашого прикладу:

$$\Delta l_{20} = 0.0115 \cdot 20 \cdot (20^0 - 16^0) = 0.92 \text{ мм.}$$

Довжина рулетки при температурі $20^0 C$.

$$20000.45 + 0.92 = 20001.37 \text{ мм,}$$

або

$$\Delta l_{20} = +1.37 \text{ мм при } t^0 = 20^0.$$

Виправлення на один метр рулетки при температурі $20^0 C$ при цьому складе:

$$\Delta l_{к1.м} = 1.37 : 20 = +0.068 \text{ мм.}$$

Компарування рулетки на стінному компараторі.

Стінний компаратор (рис 1.5) складається з двох і більш марок, забетонуваних приблизно на одному рівні в капітальній стіні будівлі. Відстань між марками L_0 повинна бути виміряна із похибкою не більш 1:50000.

При компаруванні вимірюють багаторазово (10 разів) рулеткою у висячому положенні

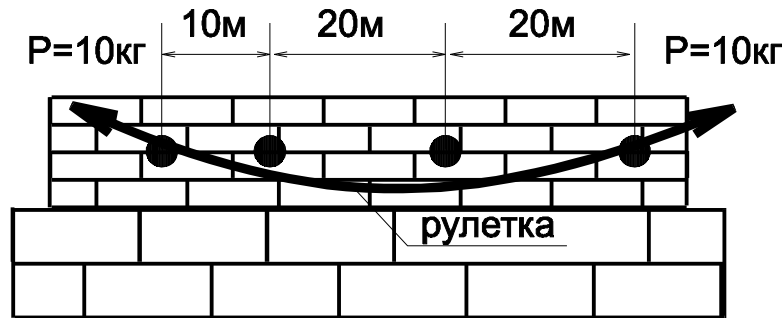


Рис. 1.5 - Стінний компаратор

відстань між відповідними марками: 5 вимірів проводяться в прямому напрямку і 5 вимірів у зворотному. Постійне натягнення дорівнює 10кгс, і контролюється динамометром. Результати компарування записують у паспорт компарування рулетки (табл. 1.2).

Обробка результатів компарування виконується в наступній послідовності:

- відносна погрішність компарування рулетки визначається по формулі:

$$\frac{f}{L} = \frac{[\delta\delta]}{(n-1)} \cdot \frac{1}{L} = \frac{20,8}{9} \cdot \frac{1}{30000} = \frac{1}{19700};$$

де $[\delta\delta]$ - сума квадратів відхилень окремої обмірюваної довжини від середнього її значення;
 n - кількість вимірів;
 L - довжина рулетки.

Якщо значення f не перевищує припустиме значення, то обчислюють виправлення за прогин і температуру.

- виправлення за прогин обчислюється по формулі

$$\Delta L_f = \frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{L} = \frac{8}{3} \cdot \frac{0,190^2}{30} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

де f - стріла прогину рулетки;

• виправлення за температуру (виправлення за приведення довжини інтервалу до температури $+20^0$) обчислюються по формулі

$$\Delta L_t = \alpha \cdot L \cdot (t_{cp} - t) = 1,15 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \cdot (27 - 20) = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

де α - коефіцієнт лінійного розширення матеріалу, з якого виготовлена рулетка;

t_{cp} - середнє значення температури повітря при компаруванні;
 $t = 20^0$.

• довжина інтервалу, обмірювана рулеткою між марками компаратора 1-3, визначається по формулі:

$$L = L' - \Delta L_f = 29969,4 - 3,2 = 29966,2 \text{ мм.}$$

• виправлене значення довжини інтервалу приведенне до температури $+20^0$ обчислюється по формулі:

$$L_{испр.} = L + \Delta L_t = 29966,2 + 2,4 = 29968,6 \text{ мм.}$$

• виправлення за компарування рулетки визначається, а її значення заносять у паспорт компарування рулетки:

$$\Delta L_k = L_0 - L_{испр.} = 29973,9 - 29968,6 = +5,3 \text{ мм.}$$

Таблиця 1.2 – ПАСПОРТ компарування рулетки

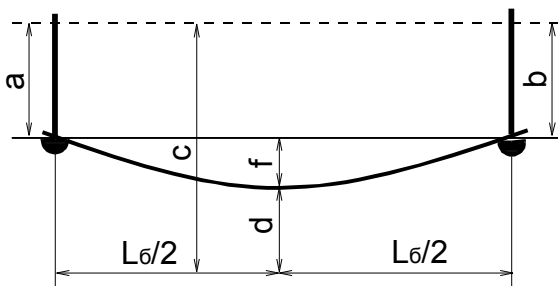
Номер рулетки	Довжина рулетки L, м.	Стріла прогину f, м.	Виправлення за компарування ΔL_k , мм.	Коефіцієнт лінійного розширення α	Дата компарування
34	30	0,190	+5,3	$1,15 \cdot 10^{-5}$	12.09.97

Місце компарування:

Виконавці робіт:

Довжина компаратора: $L_{\sigma} = 29973,9$ мм.Температура компарування: $t_{\text{он}}^{\circ} = +26^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{ок}}^{\circ} = +28^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{о порівн}}^{\circ} = +27^{\circ}\text{C}$.Приведена температура: $t_{\text{о}}^{\circ} = +20^{\circ}\text{C}$.

№ виміру	Відліки, мм.			Середнє значення L', мм.	Оцінка точності		Примітка
	задній	передній	Різниця		δ	$\delta\delta$	
1	29998	31	29967		2,4	5,8	
2	29983	13	29970		-0,6	0,4	
3	29976	5	29971		-1,6	2,6	
4	29971	2	29969		0,4	0,2	
5	29991	22	29969	29969,4	0,4	0,2	
6	7	29977	29970		-0,6	0,4	
7	17	29985	29968		1,4	2,0	
8	26	29996	29970		-0,6	0,4	
9	2	29974	29972		-2,6	6,8	
10	12	29980	29968		1,4	2,0	$\Sigma\delta\delta=20,4$



$$f = c - 0,5 \cdot (a + b) - d$$

Відліки	I гір.	II гір.	Відліки	I гір.	II гір.	Відліки	I гір.	II гір.
a	216	94	c	1408	1287	$c - 0,5 \cdot (a + b)$	1215	1215
y	172	48	$0,5 \cdot (a + b)$	194	71	d	1020	1030
a+y	388	142	$c - 0,5 \cdot (a + b)$	1214	1216	$c - 0,5 \cdot (a + b) - d$	195	185
$0,5 \cdot (a + b)$	194	71	$c - 0,5 \cdot (a + b)$	1215		$c - 0,5 \cdot (a + b) - d$	190	

Лабораторна робота №2

Створення маркшейдерського планового обґрунтування

Маркшейдерське планове обґрунтування складається з поверхневої (т.т.52, 53, 54, 55) і підземної (т.т.41, 42, 43, 44, 45, 46) частин (рис 2.1) і є замкнутим полігонометричним ходом, що прокладається з точністю, що задається викладачем.

Роботи при створенні маркшейдерського планового обґрунтування складаються з наступних етапів:

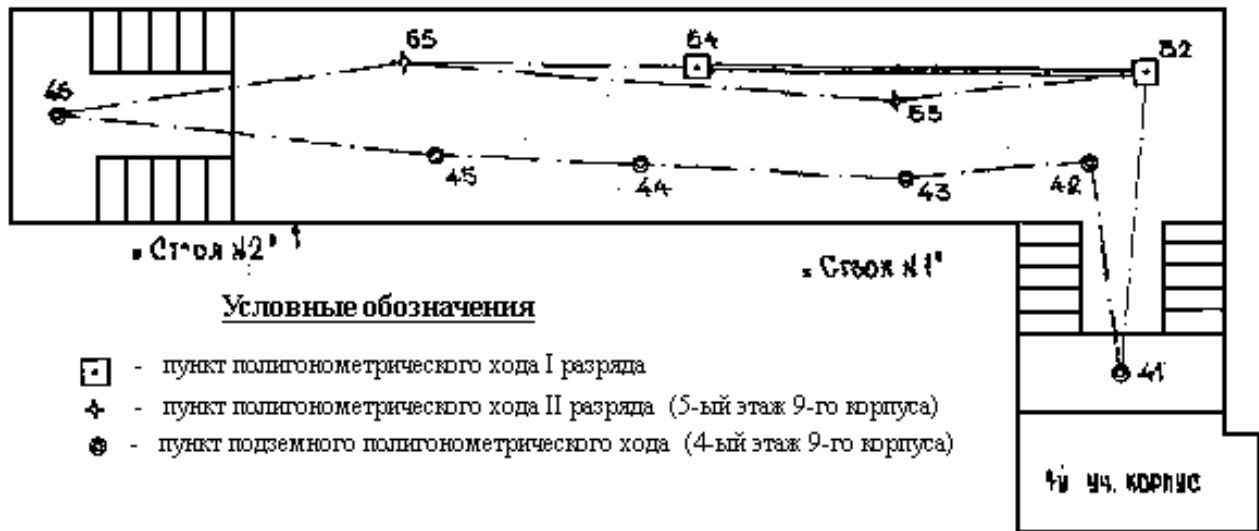


Рис. 2.1 - Схема планового обґрунтування

- рекогносцировка, закріплення і нумерація пунктів;
- кутові виміри;
- лінійні виміри;
- камеральна обробка результатів вимірів;
- зйомка подробиць.

Етапи рекогносцировка, закріплення і нумерація пунктів докладно викладаються в лекційному курсі, і тут не розглядається.

Кутові виміри.

Кутові виміри можуть виконуватися способом прийомів або способом повторень. Вибір способу виміру кутів залежить від типу використовуваного приладу і відповідно до вимог [3].

Перед виконанням кутових вимірів теодоліт установлюється, центрується і горизонтується над або під точкою.

Вимір кута одним прийомом полягає в послідовності наступних операцій:

- 1) установлюють на лімбі горизонтального кола відлік близький до 0^0 при *КЛ*;
- 2) візують на задній пункт і беруть відлік a_1 по лімбі горизонтального кола (послідовність перших двох операцій залежить від типу теодоліта: повторювальний 1-2, не повторювальний 2-1);

- 1) обертаючи алідаду, візують на передній сигнал (*КЛ*) і беруть відлік a_2 ;
- 2) переводять трубу через зеніт, обертаючи алідаду, візують на задній сигнал (*КП*) і беруть відлік a_3 ;

- 3) обертаючи алідаду, візують на передній сигнал (*КП*) і беруть відлік a_4 .

Величина лівого по ходу горизонтального кута визначиться по формулі:

$$\beta_{л} = a_{пер} - a_{задн}$$

$$\text{де } a_{\text{пер}} = \frac{a_1 + a_3 \pm 180^0}{2}; \quad a_{\text{задн}} = \frac{a_2 + a_4 \pm 180^0}{2};$$

Зразок запису кутових вимірів і обчислень приведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Зразки запису кутових вимірів і обчислень

а) - спосіб прийомів

Точки		Відліки по горизонтальному лімбу						β	Відліки по вертикальному колу					
стоя ння	візу ванн я	КЛ КП			КЛ	$\frac{КЛ + КП}{2}$			КЛ КП			МО		
						гориз. кут								
		0	'	"	0	'	"		0	'	"	0	'	"
53	52	0	09	42	0	09	27	179	28	00	359	59	51	
		180	09	12				0	31	42	10	31	51	
	54	181	38	54	181	29	12	180	07	42	0	00	06	
		1	38	24	181	38	39	359	52	30	-0	07	36	

б) - спосіб повторень

Точки		Відліки по горизонтальному колу						Горизонтальний кут β
стоя ння	візува ння	Початковий контрольний кінцевий			Горизонтальний кут β			
		0	'	"	0	'	"	
52	41	0	00	48	97	13	03	97° 13' 10"
		97	13	18				
	53	194	26	54				

Вимір кута способом повторень (одним повторенням) здійснюється в наступній послідовності:

1) установлюють на лімбі горизонтального кола відлік близький до 0^0 і скріплюють лімб з алідадою; обертаючи лімб з алідадою, візують на задній пункт; розкріплюють лімб з алідадою і беруть відлік a_1 ;

2) обертаючи алідаду по ходу годинникової стрілки, візують на передній пункт і беруть контрольний відлік a_2 ;

3) переводять зорову трубу через zenit, скріплюють лімб з алідадою і, обертаючи його разом з алідадою, візують на задній пункт; відлік не беруть.

4) розкріплюють лімб з алідадою й обертаючи її проти годинникової стрілки візують на передній пункт: беруть відлік a_3 .

Величина лівого по ходу горизонтального кута визначається по формулі:

$$\beta_{\text{л}} = \frac{a_3 - a_1}{2};$$

Обчислюють контрольне значення кута $\beta_{\text{к}}$

$$\beta_{\text{к}} = a_2 - a_1.$$

Різниця ($\beta_{\text{л}} - \beta_{\text{к}}$) не повинна перевищувати величини, що залежить від точності створюваного обґрунтування і регламентованої [3].

Зразок запису кутових вимірів і обчислень приведений у таблиці 2.1.

Горизонтальний кут на кожному пункті обґрунтування повинний бути виміряний не менш ніж двома прийомами або повтореннями (між прийомами або повтореннями виконується повторне центрування теодоліта).

Контролем вірності вимірів служить сталість колімаційної помилки і розбіжність значень кутів з окремих прийомів або повторень у межах припустимого значення. Величина припустимого значення залежить від точності створюваного обґрунтування і регламентується [3].

При необхідності (наявність похилих довжин, виконання тригонометричного нівелювання), одночасно з вимірами горизонтальних кутів виконується вимір і вертикальних кутів.

Вимір вертикального кута полягає в наступному: при наведенні зорової труби на одну з точок при вимірі горизонтального кута беруться відліки по вертикальному колу (КЛ і КП - див. розділ 1.1). Оскільки контролем правильності виміру вертикального кута є сталість МО (припустиме значення коливання МО регламентоване [3]), отже, обчислення значення вертикального кута δ , варто здійснювати через МО по формулам:

- для теодолітів типу Т5ДО, Т5

$$\delta = КП - МО = МО - КЛ - 180^0;$$

при цьому до величин менших 90^0 варто додати 360^0 .

- для теодолітів типу 2Т5ДО, 2Т5КП

$$\delta = КЛ - МО = МО - КП;$$

- для теодолітів типу 3Т2КП

$$\delta = 90^0 - КЛ + МЗ = КП - МЗ - 270^0.$$

Зразок запису вимірів і обчислень приведений у таблиці 2.1.

Лінійні виміри.

Вимірювання довжин сторін обґрунтування виконуються сталеву рулеткою у висячому положенні відразу після закінчення кутових вимірювань на пункті. Силу натягнення рулетки фіксують динамометром. Температуру повітря враховують у тому випадку, якщо зміна її щодо температури компарування перевищує 5^0 .

Кожен інтервал вимірюють не менше двох разів, другий вимір виконують, змістивши рулетку. Відліки при вимірах беруть до міліметрів.

З кожного пункту обґрунтування вимірюють довжини двох сторін: задньої і передньої. У результаті довжини всіх сторін будуть обмірювані в прямому і зворотному напрямку. Припустима розбіжність між вимірами в прямому і зворотному напрямках, а також між горизонтальними прокладаннями в похилих виробках, залежать від точності створюваного обґрунтування і регламентуються [3].

У випадку використання похилих довжин сторін для обчислення тригонометричного нівелювання, крім вимірів довжин сторін необхідно зробити вимір висот теодоліта і сигналів (див. розділ 4.2.).

Зйомка подробиць.

Зйомка подробиць необхідна для складання плану гірських робіт. Одним з об'єктів зйомки є контури гірничих виробок. У навчальних цілях за контури гірничих виробок прийняті контури коридорів навчальних корпусів, по яких прокладається полігонометричний хід.

Зйомку подробиць рекомендується виконувати способом ординат, одночасно з виміром довжин сторін. Спосіб ординат, є найбільш розповсюдженим способом і докладно викладається в лекційному курсі.

Камеральна обробка результатів вимірів.

Камеральна обробка результатів вимірів виконується в наступній послідовності.

Перевірка польових журналів (із указівкою прізвища і підписом перевіряючого польового журналу на кожній сторінці).

Обробка лінійних вимірів припускає введення в обмірювані довжини сторін виправлень за компарування, температуру і прогин. При вимірі похилих довжин обчислюють горизонтальні прокладання.

Виправлення за приведення до поверхні референс - еліпсоїда вводять при висотних оцінках більш +200 м. і менш -200 м., а виправлення за приведення на площину проекцій Гауса вводять при видаленні від осьового меридіана більш ніж на 50км. Виправлення вибирають зі спеціальних таблиць або обчислюють по формулах.

Приклад обробки лінійних вимірів приведений у додатку 19 [3].

Вирівнювання кутових вимірів полягає в обчисленні зрівняних значень дирекційних кутів сторін полігонометричного ходу.

Кутова нев'язка ходу обчислюється за формулою:

$$f_{\beta} = \alpha_{\text{поч.}} - \alpha'_{\text{поч.}}$$

де $\alpha_{\text{поч.}}$ - дирекційний кут початкової сторони, заданий викладачем;

$\alpha'_{\text{поч.}}$ - дирекційний кут початкової сторони, визначений шляхом послідовного обчислення дирекційних кутів усіх сторін ходу по формулі:

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i + \beta_i \pm 180^0;$$

де α_{i+1} - дирекційний кут наступної сторони ходу;

α_i - дирекційний кут попередньої сторони ходу;

β_i - горизонтальний кут, лівий за напрямком ходу.

Значення f_{β} не повинне перевищувати величини допуску, що залежить від точності ходу і регламентується [3]. При виконанні цієї умови кутову нев'язку розподіляють зі зворотним знаком порівно на всі обмірювані кути. У противному випадку варто повторити попередні обчислення і при необхідності зробити повторні кутові виміри. Зрівняні значення дирекційних кутів сторін ходу обчислюють по виправлених горизонтальних кутах.

Обчислення координат полігонометричного ходу.

По зрівняних дирекційних кутах обчислюють прирощення координат X_i і Y_i . Нев'язку в прирощеннях координат обчислюють за формулами:

$$f = \sum X_i; \quad f = \sum Y_i$$

Лінійні нев'язки, обчислені за формулою $f_l^2 = f_X^2 + f_Y^2$, повинні відповідати вимогам [3]. При виконанні цих вимог, нев'язки в прирощеннях координат, узяті з протилежним знаком, розподіляють у прирощення координат пропорційно довжинам сторін ходу.

За виправленими значеннями прирощень обчислюють координати пунктів полігонометричного ходу. Приклад вирівнювання кутових вимірів і обчислення координат полігонометричного ходу приведений у додатку 21 [3].

З метою контролю, обчислення виконуються двічі: вручну, з використанням калькуляторів і таблиць, і на IBM сумісних комп'ютерах. Порядок роботи з програмами викладається в курсі "ОТ і програмування".

Надалі координати пунктів полігонометричного ходи можуть бути використані для рішення різних гірничо-геометричних задач, у тому числі і для складання плану гірських робіт.

Кінцевим результатом створення планового обґрунтування є план коридорів навчального корпусу, накреслений відповідно до [4].

Лабораторна робота №3

Орієнтирно-сполучні зйомки

Метою орієнтирно-сполучних зйомок є визначення координат пунктів і дирекційних кутів сторін підземного маркшейдерського обґрунтування в системі координат, прийнятій на поверхні.

3.1 Орієнтирно-сполучна зйомка через похилий ствол

Як похилі стовбури використовуються сходові прольоти навчального корпусу.

Орієнтирно-сполучна зйомка через похилий стовбур полягає в прокладці полігонометричного ходу від підхідних пунктів на поверхні на горизонт гірничих робіт. Хід прокладається відповідно до вимог [3].

Усі польові виміри здійснюються студентами при виконанні робіт, описаних у лабораторній роботі 2. Планове обґрунтування (рис. 2.1), створене в лабораторній роботі 2, варто розглядати у виді двох висячих полігонометричних ходів.

1^й хід - 54-52-53-54-55-46-45-44-43-42.

2^й хід - 54-52-41-42-43.

Порядок камеральної обробки польових вимірів залишається без змін. Деяке розходження полягає лише у визначенні кутової нев'язки і нев'язки у прирощеннях координат.

Кутові нев'язки обчислюють по формулі:

$$f_{\beta} = \alpha'_{42-43} - \alpha''_{42-43};$$

де α'_{42-43} і α''_{42-43} - дирекційні кути сторони 42-43, визначені відповідно з 1^{го} і 2^{го} висячих ходів.

Нев'язки в прирощеннях координат обчислюють по формулах:

$$f = X'_{42} - X''_{42};$$

$$f = Y'_{42} - Y''_{42};$$

де X'_{42} , Y'_{42} , X''_{42} , Y''_{42} - координати пункту 42, отримані відповідно з 1^{го} і 2^{го} ходів.

Кінцевим результатом орієнтирно-сполучної зйомки через похилий стовбур є визначення зрівняних значень дирекційного кута сторони 42-43 і координат пункту 42.

3.2 Орієнтирно-сполучна зйомка через одну вертикальну виробку

Як вертикальна виробка використовується сходовий проліт навчального корпусу.

При орієнтирно-сполучній зйомці через одну вертикальну виробку з поверхні на орієнтуємий горизонт опускаються два виски *A* і *B* (рис.3.1).

При цьому варто керуватися наступними положеннями:

- навантаження на дрiт не повинне перевищувати 60% граничного навантаження;
- вантажі повинні бути захищені від впливу повітряного струменя;
- відстань між виски повинна бути максимальна (розбіжність обмірюваних відстаней на поверхні й у шахті не повинна перевищувати 2мм);
- сполучні фігури для рішення задачі повинні бути найбільш вигідної форми.

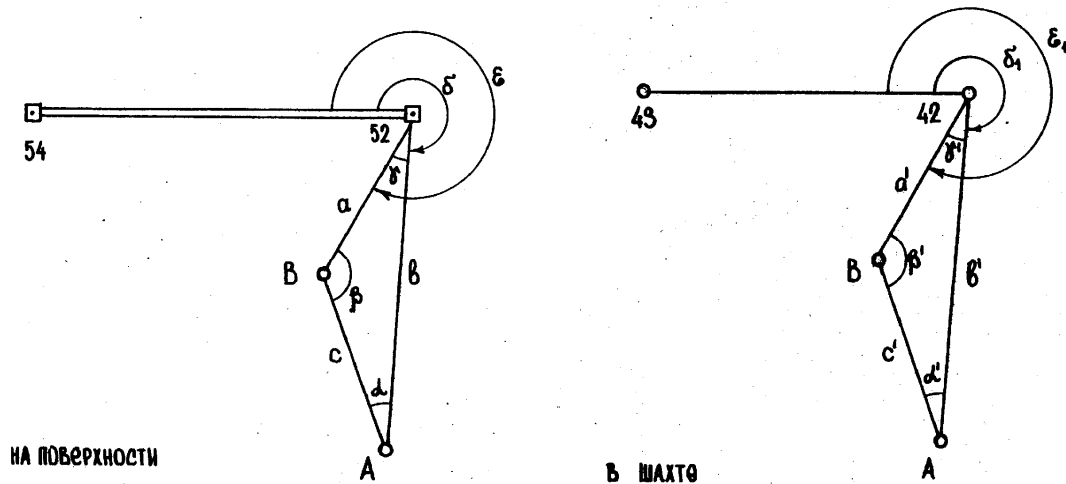


Рис. 3.1 - Схеми примикання до висків при орієнтирно-сполучній зйомці через одну вертикальну виробку

Полеві виміри складаються з двох етапів, сполучених у часі:

- примикання до висків на поверхні;
- примикання до висків на орієнтируємому обрії.

З огляду на вимоги [3], а також виходячи з можливості розташування висків у стовбурі, примикання до висків на поверхні і на орієнтируємому обрії рекомендується здійснювати способом сполучних трикутників.

Вихідними для примикання є сторона 54-52 на поверхні і сторона 42-43 на орієнтируємому обрії.

Для рішення задачі примикання необхідно виміряти:

- на поверхні: три сторони сполучного трикутника $A, B, 52$ (a, b, c) і кути $\varepsilon, \delta, \gamma$ при точці 52;
- на орієнтируємому обрії: три сторони сполучного трикутника $A, B, 42$ (a', b', c') і кути $\varepsilon', \delta', \gamma'$ при точці 42.

Середня помилка кутових вимірів не повинна перевищувати допуску, що забезпечується виміром кутів теодолітом типу Т5 не менш, ніж двома прийомами. Розбіжність кутів у прийомах не повинна бути більше $15''$.

Контроль правильності вимірів кутів здійснюють у такий спосіб. Обчислюють величини кутів:

- на поверхні $\gamma = \varepsilon - \delta$;
- у шахті $\gamma' = \varepsilon' - \delta'$

і порівнюють їхні значення з обмірюваними значеннями цих кутів (розбіжність не більше $25''$).

Сторони сполучних трикутників вимірюють сталеву рулеткою при постійному натягненні не менше 5 разів; різниця між окремими вимірами однієї сторони не повинна перевищувати 2 мм. Контроль правильності лінійних вимірів здійснюється порівнянням обмірюваної відстані між висками й обчисленої по формулах:

- на поверхні $z_{обч}^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \gamma$
- у шахті $(c')_{обч}^2 = (a')^2 + (b')^2 - 2 \cdot (a') \cdot (b') \cdot \cos \gamma'$.

Рішення сполучних трикутників - обчислення дирекційного кута і координат точок початкової сторони 42-43 на орієнтируємому обрії виконують у наступній послідовності.

- а) якщо γ або γ' менше 20°

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{a}{c} \cdot \sin \gamma\right); \quad \beta = \arcsin\left(\frac{b}{c} \cdot \sin \gamma\right);$$

$$\alpha' = \arcsin\left(\frac{a'}{c'} \cdot \sin \gamma'\right); \quad \beta' = \arcsin\left(\frac{b'}{c'} \cdot \sin \gamma'\right);$$

б) якщо γ або γ' менше 2^0 , а α або α' більше 178^0

$$\alpha = \frac{a}{c} \cdot \gamma; \quad \beta = \frac{b}{c} \cdot \gamma;$$

$$\alpha' = \frac{a'}{c'} \cdot \gamma'; \quad \beta' = \frac{b'}{c'} \cdot \gamma'.$$

Сума кутів у кожному трикутнику не повинна відрізнятись від 180^0 більш ніж на $10''$. Нев'язку розподіляють нарівно на всі кути.

Далі здійснюють обробку двох полігонів:

1^{ий} полігон: 54-52-А-В-42-43;

2^{ий} полігон: 54-52-В-А-42-43.

Послідовність обробки докладно розглянута у лабораторній роботі 2.

Повторне примикання до висків при виконанні орієнтирно-сполучної зйомки через один вертикальний стовбур здійснюють після зсуву висків, опущених у стовбур.

За остаточне значення дирекційного кута 42-43 і координат пункту 42 приймають середні значення, у випадку якщо різниця окремих значень не перевищує допуску [3].

3.3 Орієнтирно-сполучна зйомка через дві вертикальні виробки

Початковими є: пункт 52 і сторона 54-52 (рис 3.2). Як вертикальні виробки використовуються сходові прольоти навчального корпусу, через які опускаються виски А і С.

Зйомку роблять у наступній послідовності:

- прокладка полігонів на поверхні від вихідного пункту 52 і вихідної сторони 54-52 до висків А і С;

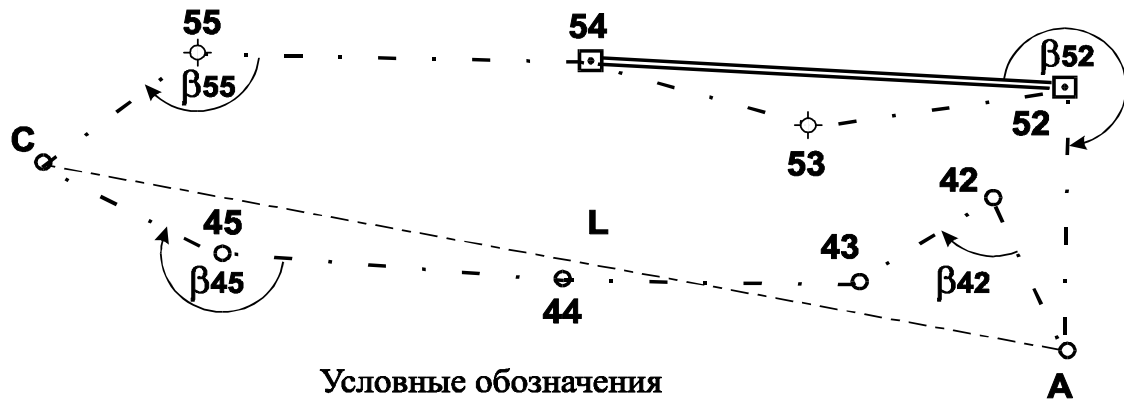
- прокладка сполучного полігона між висками А і С у шахті;

- камеральна обробка результатів вимірів.

Основна частина польових робіт зроблена при створенні маркшейдерського планового обґрунтування (л.р. 2). Для завершення польових робіт необхідно вирішити задачу проектування і задачу примикання до висків.

Задача проектування здійснюється шляхом опускання, закріплення і перевірки положення висків. Оскільки відстань між висками А і С більш 50м проектування здійснюється нерухомими висками.

Задача примикання до висків А і С полягає у вимірі кутів β_{52} , β_{55} , β_{45} і β_{42} і довжин сторін 55-С, 45-С, 52-А і 42-А.



- ▣ Пункт полигонометрического хода I разряда
- ⊕ Пункт полигонометрического хода II разряда
- Пункт подземного полигонометрического хода

Рис. 3.2 - Схеми примикання до висків при орієнтирно-сполучній зйомці через дві вертикальні виробки

Виміри виробляються відповідно до вимог [3]. Варто мати на увазі, що значення кутів β_{52} і β_{42} беруться студентами з результатів орієнтирно-сполучної зйомки через одну вертикальну виробку (розділ 3.2).

Камеральну обробку результатів зйомки виконують у наступній послідовності.

Перевірка польових журналів (із указівкою прізвища і підпису перевіряючого польового журналу на кожній сторінці).

Обробка лінійних вимірів (див. л.р. 2).

Обчислення координат висків виконується аналогічно обробці результатів полігонометричного ходу (див. л.р. 2). Початковими даними є координати пункту 52 і дирекційний кут 54-52.

Визначають дирекційний кут $A-C$ лінії, що з'єднує виски і відстань L між висками по формулах:

$$\alpha_{AC}^T = \arctg\left(\frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A}\right); \quad \alpha_{AC}^T \Rightarrow \alpha_{AC};$$

$$L = \frac{Y_C - Y_A}{\sin \alpha_{AC}} = \frac{X_C - X_A}{\cos \alpha_{AC}}.$$

5. Обчислення координат X'_C і Y'_C виска C в умовній системі координат. Вихідними даними є: умовні координати виска A ($X'_A=0, Y'_A=0$) і умовний дирекційний кут першої сторони підземного полігона $\alpha'_{A-42} = 0^\circ$.

6. Обчислення дирекційного кута α'_{AC} лінії, що з'єднує виски і відстані L' між висками в умовній системі координат по формулах:

$$(\alpha')_{AC}^T = \arctg\left(\frac{Y'_C}{X'_C}\right); \quad (\alpha')_{AC}^T \Rightarrow \alpha'_{AC};$$

$$L' = \frac{Y'_C}{\sin \alpha'_{AC}} = \frac{X'_C}{\cos \alpha'_{AC}}.$$

7. Здійснення контролю вимірів і обчислень, шляхом порівняння відстаней між висками L і L' . Різниця $\Delta L_{\text{дон}} = L - L'$ не повинна перевищувати величини:

$$\Delta L_{\text{дон}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{m_{\beta}^2}{\rho^2} \cdot [R_{Xi}^2] + \mu \cdot [l_i \cdot \cos^2 \varphi_i] + \lambda^2 \cdot C^2};$$

де m_{β}^2 - середня квадратична похибка виміру кута в підземному полігоні;

$[R_{Xi}^2]$ - сума квадратів відстаней від вершин підземного полігона до створу висків;

μ і λ - коефіцієнти випадкового і систематичного впливу погрешностей лінійних вимірів ($\mu = 510^{-4}$, $\lambda = 5 \cdot 10^{-5}$);

l_i - довжина сторони підземного полігона;

φ_i - кут, між стороною l_i і створом висків AC .

8. Обчислення дирекційного кута першої сторони підземного полігона в істинній системі координат:

$$\alpha_{A-42} = \alpha_{AC} - \alpha'_{AC}$$

9. Обчислення координат усіх пунктів підземного полігона і виска C у істинній системі. Як дані для обчислень приймають координати виска A , отримані з примикання на поверхні.

Збіг обчислених координат виска C з координатами, отриманими з примикання на поверхні, є додатковим контролем правильності орієнтирно-сполучної зйомки.

Лабораторна робота №4

Вертикальні зйомки

Вертикальні зйомки (нівелювання) виконуються для визначення висотних оцінок окремих точок, що необхідні для побудови профілів, вертикальних розрізів, завдання напрямку виробкам у вертикальній площині і рішення різних гірничо-геометричних задач.

У виробках з кутом нахилу менше 5° - 8° вертикальні зйомки виконуються способом геометричного нівелювання; з великим кутом нахилу - тригонометричним нівелюванням.

4.1 Геометричне нівелювання

Геометричне нівелювання виконується з метою визначення висотних оцінок пунктів маркшейдерського обґрунтування, створеного студентами при виконанні робіт, описаних у лабораторній роботі 2 (рис. 2.1).

Студентам необхідно прокласти два замкнутих нівелірних ходи:

1^{ий} хід (поверхня) - 52-53-54-55;

2^{ий} хід (шахта) - 45-44-43-42.

Нівелювання виконують із середини по червоній і чорній сторонах рейки, при цьому нівелір устанавлюють між пунктами. Відліки по рейках беруть до міліметрів. Варто мати на увазі, що в 2^{му} ході пункти закріплені в покрівлі. При геометричному нівелюванні рейка завжди встановлюється на обумовлену точку нулем. При цьому прийнято вважати відліки по рейках на пунктах, розташованих у покрівлі, негативними. Розбіжність у перевищеннях на станції, визначених по чорній і червоній сторонах рейок не повинне бути більше 5мм - для 1^{го} ходу (поверхня) і 10мм - для 2^{го} ходу (підземні гірничі виробки).

Зразок журналу геометричного нівелювання приведений у [3].

Камеральна обробка геометричного нівелювання полягає в перевірці польових журналів, обчисленні перевищень на станціях, посторінковому контролі, вирівнюванні обчислених перевищень, визначенні висотних оцінок пунктів.

На кожній станції обчислюють два перевищення: Δz_1 - по чорній стороні і Δz_2 - по червоній стороні рейки:

$$\Delta z_i = a_i - b_i; \quad \Delta z_i^{cp} = \frac{\Delta z_1 + \Delta z_2}{2};$$

де a_i - відлік по задній рейці;

b_i - відлік по передній рейці.

Посторінковий контроль здійснюють з метою контролю перевищень по формулах:

$$\sum a_i - \sum b_i = \sum \Delta z_i;$$

$$\frac{1}{2} \cdot \sum \Delta z_i = \sum \Delta z_i^{cp};$$

По сумі перевищень кожного ходу обчислюють фактичні нев'язки ходів. Фактичні нев'язки (якщо вони менше припустимих нев'язок [3]) розподіляють нарівно на всі станції ходу зі зворотним знаком. За виправленим значенням перевищень обчислюють висотні оцінки пунктів.

$$Z_{i+1} = Z_i + \Delta z_i^{cp}$$

де Z_{i+1} і Z_i - висотні оцінки переднього і заднього пунктів;

Δz_i^{cp} - середнє виправлене перевищення на станції.

Контроль обчислень здійснюють по формулі:

$$Z_N - Z_1 = \sum \Delta z_i^{cp};$$

де Z_N і Z_1 - висотні оцінки останнього і першого пунктів;

$\sum \Delta z_i^{cp}$ - сума виправлених перевищень.

Камеральну обробку геометричного нівелювання здійснюють двічі: вручну і з використанням ІВМ сумісних комп'ютерів по програмах, розроблених кафедрою.

4.2 Тригонометричне нівелювання

Тригонометричне нівелювання виконується на двох ділянках (одночасно з виконанням робіт лабораторної роботи 2).

1 ділянка: 52-41-42. Початковим є пункт 52 (висотна оцінка видається викладачем).

2 ділянка: 44-45-46. Початковим є пункт 44, висотна оцінка якого визначається за результатами геометричного нівелювання.

Перевищення між кожною парою пунктів визначається двічі: у прямому і зворотному напрямках. У зв'язку з цим, для наявного полігона (рис. 2.1), виникають чотири схеми тригонометричного нівелювання (рис. 4.1).

Вимірові підлягають наступні величини:

δ - кут нахилу сторони (вертикальний кут);

l - довжина сторони;

i - висота інструмента;

v - висота сигналу.

Методика вимірів вертикальних кутів і довжин сторін описана в лабораторній роботі 2. Висоти інструмента і сигналів вимірюють двічі сталеву рулеткою, відліки беруть до міліметрів. Варто мати на увазі, що висоти завжди вимірюються до пункту.

Перевищення у всіх випадках обчислюється по формулі:

$$\Delta z_i = l_i \cdot \sin \delta_i + i - v,$$

при цьому висотам інструмента i і сигналу v , визначеним щодо покрівлі (пункти закріплені в покрівлі), надається знак "-".

Різниця перевищень для однієї і тієї ж сторони (у прямому і зворотному напрямках) не повинна перевищувати допуску [3].

У результаті виконання геометричного і тригонометричного нівелювання виходить замкнутий по висоті полігон.

Для всього ходу розбіжність у перевищеннях не повинна перевищувати суму допусків для окремих ділянок геометричного і тригонометричного нівелювання.

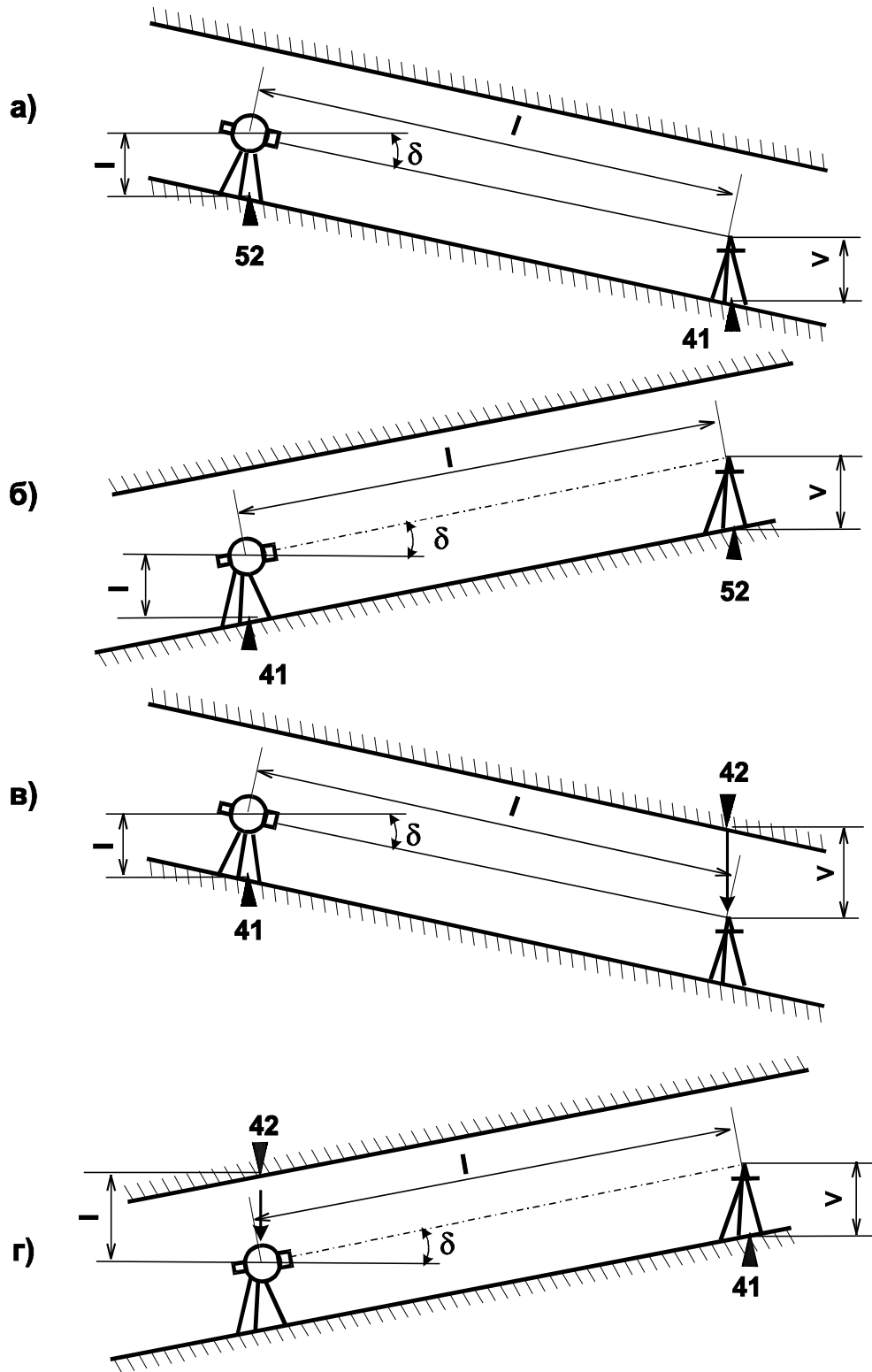


Рис. 4.1 - Схеми тригонометричного нівелювання

За результатами геометричного і тригонометричного нівелювання визначають висотні оцінки всіх пунктів полігона і креслять вертикальний розріз (профіль) коридорів навчального корпусу. Масштаби, що рекомендуються: горизонтальний - 1:500, вертикальний - 1:50. Методика складання профілю відома студентам з курсу геодезії і тут не розглядається.

4.3 Складання звіту

За результатами виконання вище розглянутих робіт студенти представляють бригадний звіт, що складається з пояснювальної записки і додатка.

Текст записки складається на одній стороні аркуша паперу для письма формату А4 з дотриманням полів: ліве - 30 мм, праве - 10 мм, верхнє - 15 мм, нижнє - 20мм.

У записці викладається докладний опис виконаних робіт із приведенням необхідних пояснюючих схем, здійснюється аналіз виконаних зйомок зі складанням зведеної таблиці результатів обчислень. Порівнянню підлягають координати пункту 42: X_{42} , Y_{42} і дирекційного кута α_{42-43} , отримані за результатами різних зйомок.

Склад додатка: польові журнали вимірів, відомості камеральної обробки результатів вимірів, графічний матеріал (план і вертикальний розріз навчальних корпусів).

Графічний матеріал повинний бути виконаний тушшю на креслярському папері з дотриманням вимог [4].

Лабораторна робота №5

Передача висотної відмітки довгоміром ДА-2

У комплект довгоміра ДА-2 входять лебідка з барабаном, на який намотаний сталевий дріт, лічильник обертів, вантаж-рейка і контрольна рейка.

Схема розташування обладнання показана на рис. 5.1.

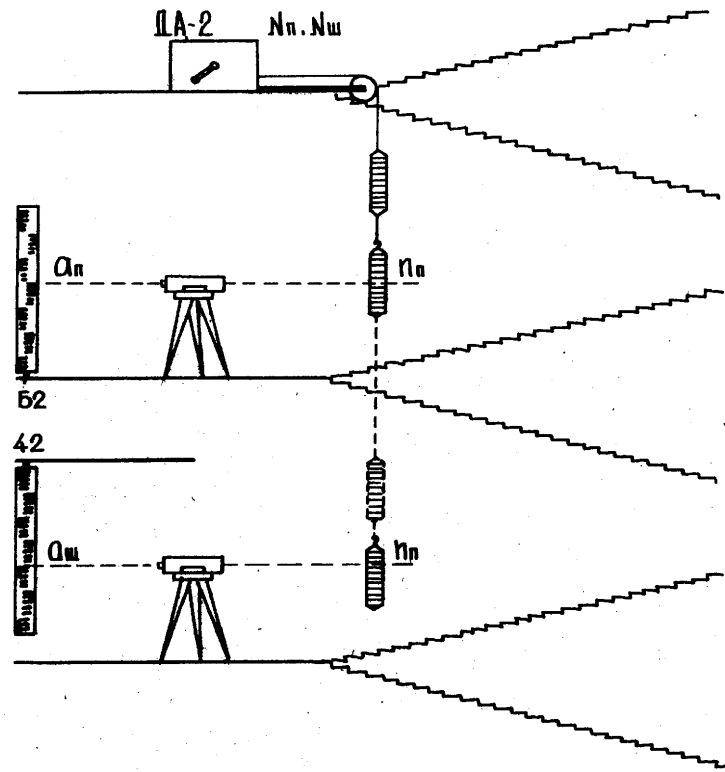


Рис. 5.1 - Схема передачі висотної відмітки довгоміром ДА-2

Роботи з передачі висотної відмітки в шахту за допомогою довгоміра складаються з двох напівприймів і виконуються в наступному порядку:

Перший напівприйм.

У стовбурі шахти на верхній прийомній площадці (на сходовій площадці 6 поверху) кріпиться довгомір. У шахті (4 поверх) і на земній поверхні (5 поверх) встановлюють нівеліри, а на шахтному (т.42) і поверхневому (т.52) реперах - рейки. Вантаж-рейку кріплять до дроту довгоміру і через блок опускають до рівня візирного променя нівеліра, встановленого на поверхні, і беруть відліки:

- n_n - по шкалі вантаж - рейки;
- N_n - по лічильнику і шкалі мірного диска;
- a_n - по рейці, встановленій на репері (т.52).

Потім на рівень візирного променя нівеліра опускають контрольну рейку і знову беруть усі перераховані вище відліки (n'_n, N'_n, a'_n).

Далі вантаж-рейку опускають на рівень нівеліра на горизонті навколостволового двору і беруть відліки:

- $n_{ш}$ - по шкалі вантажу-рейки;
- $N_{ш}$ - по лічильнику і шкалі мірного диска;
- $a_{ш}$ - по рейці, встановленої на репері (т.42).

Так само, як і на поверхні, беруть відліки по контрольній рейці (n'_{uw} , N'_{uw} , a'_{uw}). На цьому перший напівприйм закінчений.

Другий напівприйм.

На початку другого напівприйому варто змінити положення нівелірів і вантаж - рейки. Спостереження роблять у зворотному порядку, починаючи з горизонту навколостоволового двору.

Температуру повітря при передачі висотної відмітки вимірюють на початку і наприкінці роботи на земній поверхні і на горизонті навколостоволового двору.

Всі відліки фіксуються з точністю до 1мм.

Обмірюване перевищення обчислюється для кожного напівприйому спостережень при використанні вантаж - рейки і контрольної рейки по формулах:

$$\Delta z_1 = (N_n - N_{uw}) + (a_n - a_{uw}) + (n_{uw} - n_n).$$

$$\Delta z_2 = (N'_n - N'_{uw}) + (a'_n - a'_{uw}) + (n'_{uw} - n'_n).$$

За остаточне значення з одного напівприйому варто прийняти середнє арифметичне, за умови дотримання допуску на різницю перевищень, згідно [3].

$$\Delta z_{cp} = \frac{\Delta z_1 + \Delta z_2}{2};$$

При припустимій розбіжності в середнє значенні перевищення вводять наступні виправлення:

- за компарування мірного диска

$$\Delta_1 = (N_n - N_{uw}) \cdot (l - 1), \text{ м};$$

де l - фактична довжина окружності мірного диска по паспорті;

- за діаметр дроту

$$\Delta_2 = (N_n - N_{uw}) \cdot d \cdot \pi \cdot 10^{-3}, \text{ м};$$

де d - діаметр дроту, мм;

• за теплове розширення окружності мірного диска, викликане різницею температур при компаруванні і вимірах

$$\Delta_3 = (N_n - N_{uw}) \cdot \alpha \cdot (t_d - t_0), \text{ м};$$

де α - температурний коефіцієнт лінійного розширення матеріалу, з якого виготовлений мірний диск ($1,2 \cdot 10^{-5}$),

t_d і t_0 - температура диска під час виміру і при компаруванні мірного диска.;

- за теплове розширення дроту, викликане різницею температур у стволі

$$\Delta_4 = (N_n - N_{uw}) \cdot \alpha_1 \cdot (t_{cp} - t_d), \text{ м};$$

$$\text{де } t_{cp} = \frac{t_{uw} + t_n}{2};$$

t_{uw} і t_n - температури повітря на поверхні й у шахті,

α_1 - температурний коефіцієнт лінійного розширення дроту (в окремому випадку $\alpha_1 = \alpha$),

Виправлене значення перевищення визначають по формулі:

$$\Delta z_{випр} = \Delta z_{cp} + \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4, \text{ м}.$$

Оцінку репера (т.42) у шахті обчислюють по формулі:

$$Z_{42} = Z_{52} + \Delta z_{випр}.$$

При складанні звіту по даній роботі необхідно зробити порівняльний аналіз висотної відмітки Z_{42} , отриманої за результатами робіт виконаних у лабораторній роботі 4.

Лабораторна робота №6

Гіроскопічне орієнтування

6.1 Принцип гіроскопічного орієнтування

1. Вісь обертання швидкого обертаемого тіла, за законами фізики, установлюється в площині меридіана, якщо зберігає горизонтальне положення. На цьому заснована дія гірокомпаса. З їх допомогою можна визначати дирекційні кути будь-яких напрямків у шахті, не займаючи шахтних стволів і не прокладаючи ніяких теодолітних ходів. Визначення дирекційних кутів за допомогою гірокомпасів називають гіроскопічним орієнтуванням.

Найширше застосовуються гірокомпаси, у яких тілом, що швидко обертається, служить ротор спеціального електромотора (гіромотора), міцно укріпленого в циліндровому коробі. Цю систему називають чутливим елементом (ЧЕ). У маркшейдерській практиці знайшли вживання одномоторні гірокомпаси, маючі центр тяжіння ЧЕ нижче за його геометричний центр, тобто маятникові гірокомпаси. Їх розділяють на дві групи: а) з підвісом ЧЕ в рідині і центрування на штилі; б) з торсіонним підвісом і центруванням ЧЕ.

Рідкісні гірокомпаси надійні в експлуатації, забезпечують високу продуктивність, конструкція їх проста і мало чутлива до струсів і вібрацій ґрунту, з ними легко працювати. Проте замерзання рідини обмежує вживання гірокомпасів цього типу, токопідвод через рідину із-за витoku через неї збільшує споживану потужність приладу, порівняно недовгий термін служби шпиль і під'ятника викликає досить часті регламентні роботи.

Торсіонні гірокомпаси забезпечують високу точність в широкому діапазоні температур, прості у виготовленні, але складніші в експлуатації, вимагають кваліфікованого обслуговування, чутливі до струсів і вібрацій ґрунту, токопідводи, хоча не мають втрат потужності, впливають на стабільність роботи.

2. За положенням осі ротора гіромотора в маркшейдерських гірокомпасах спостерігають за допомогою дзеркала, міцно укріпленого на корпусі ЧЕ, через трубку автоколімації, надійно сполучену з аліадою кутомірної частини гірокомпаса, яка є теодолітом, пристосованим для з'єднання його з гіроскопічною (головною) частиною приладу.

Оскільки дзеркало на ЧЕ неможливо укріпити досить точно, так, щоб перпендикуляр до нього, спостережуваний в трубку автоколімації, був паралельний осі обертання ротора гіромотора, і встановити візирні осі трубки автоколімації і зорової труби приладу в одній площині, то в кожному гірокомпасі є своя приладова поправка, що дорівнює різниці астрономічного і гіроскопічного азимутів одного і того ж напрямку. Ця поправка визначається дослідним шляхом.

В мить, коли вісь ротора гіромотора (вісь гірокомпаса), будучи горизонтальною, збіжиться з меридіаном, настає рівновага сил. В цей час перпендикуляр до дзеркала ЧЕ направлений на гіроскопічний полюс. Оскільки даний напрям невідомий спостерігачеві, він встановлює гірокомпас довільно і у момент пуску гіромотора його вісь не знаходиться в площині меридіана.

Тому ЧЕ починає повертатися довкола вертикальної осі - процесувати, прагнучи встановити вісь гіромотора в площині меридіана. Обертання відбувається з прискоренням під впливом сили, що постійно діє, хоча і затухаючою, прикладеною в одному напрямі і такою, що викликає прецесію, і тому вісь гірокомпаса, йдучи до меридіану, досягає максимальної швидкості руху. Потім вона за інерцією проходить меридіан і сила, що раніше діє, починає, зростаючи, діяти в протилежному напрямі, уповільнюючи обертання ЧЕ. Нарешті ЧЕ на мить зупиняє і починає рухатися в протилежну сторону, так як вісь гірокомпаса вже виявиться по іншу сторону меридіана і так далі.

Момент зупинки ЧЕ перед зміною напрямку обертання називається точкою реверсії. Час між точками реверсії (напівперіод) завжди постійно для даного гірокомпаса, а величина повороту (амплітуда) довкола вертикальної осі ЧЕ залежить від положення ЧЕ у момент пуску і поштовху при аретируванні його. Амплітуда гармонійно затухає. Спостерігаючи точки

реверсії і беручи відповідні ним відліки по лімбу кутомірної частини, встановлюють відлік, відповідний положенню рівноваги вісі гірокомпаса.

3. Для визначення дирекційного кута якої-небудь сторони встановлюють гірокомпас в одній з точок, що закріплюють дану сторону, і навівши зорову трубу на іншу точку цієї ж сторони, беруть відлік по лімбу N , потім спостерігають точки реверсії і визначають відлік N_0 . Гіроскопічний азимут даної сторони $\Gamma = N - N_0$, додають до нього приладову поправку $\delta\Gamma$ гірокомпаса, отримують астрономічний азимут цієї сторони. Шуканий дирекційний кут:

$$\alpha = N - N_0 + \delta\Gamma + \gamma,$$

де γ - поправка за зближення меридіанів. Якщо прийняти $\delta\Gamma + \gamma = \Delta\Gamma$, то $\alpha = N + N_0$.

Поправку гірокомпаса визначають дослідним шляхом на кожній шахті, тому доцільно визначати її спільно з поправкою за зближення меридіанів і отримувати сумарну поправку $\Delta\Gamma$, потім у разі потреби вводити поправку за різницю зближень меридіанів

$$\Delta\gamma = 33,2 (Y - Y_0) \operatorname{tg} \varphi,$$

де Y, Y_0 - ординати крапок, на яких вироблялися визначення відповідно дирекційного кута і гіроскопічної поправки (беруть з плану), км;

φ – середня географічна широта.

Якщо сторона, дирекційний кут якої визначають, знаходиться східніше тієї сторони, на якою визначали поправку, то поправку вводять зі знаком плюс, і навпаки, якщо сторона, дирекційний кут якої визначають, знаходиться на захід від тієї, на якій визначали поправку, то поправку вводять із знаком мінус.

4. Якщо неможливо встановити гірокомпас на одній із закріплених точок початкової сторони, то встановлюють його в довільній точці на будь-яку із закріплених початкових сторін і вимірюють лівий по ходу горизонтальний кут в точці, на яку визначений гіроскопічний азимут між вибраною і вихідною сторонами.

5. Гіроскопічне орієнтування

- а) визначають гіроскопічний азимут початкової сторони на поверхні (перший пуск);
- б) двічі визначають гіроскопічні азимуты орієнтованої сторони (другий і третій пуск);
- в) повторно визначають гіроскопічний азимут початкової сторони, аби переконатися в стабільній роботі гірокомпаса (четвертий пуск);
- г) з першого і четвертого пусків визначають поправку гірокомпаса, а з другого і третього - дирекційний кут орієнтирної сторони.

6. Щоб визначити гіроскопічний азимут на кожній станції (пуску), треба:

- а) підготувати гірокомпас до роботи;
- б) визначити гіроскопічний азимут початкової або орієнтирної сторони;
- в) підготувати гірокомпас до транспортування.

6.2 Методика пуску гірокомпаса МВТ-2

Наявність малогабаритних вибухобезпечних гірокомпасів дозволяє значно спростити завдання орієнтування підземних маркшейдерських зйомок. Крім того, з'являється можливість вирішення і таких завдань, як контроль підземних теодолітних зйомок, створення високоточних підземних теодолітних зйомок і створення високоточних підземних маркшейдерських обґрунтувань.

В даній роботі перед студентами ставиться завдання ознайомитися з методикою роботи гірокомпасів МВТ-2.

При гіроскопічному орієнтуванні окремої сторони, як правило, виконується чотири пуски гірокомпаса: пуск на поверхні на стороні з відомим дирекційним кутом (52-54); два пуски в шахті на орієнтованій стороні (42-43); заключний пуск на поверхні на тій же початковій стороні.

Пуски на початковій стороні необхідні для визначення поправки гірокомпаса δ .

Пуски на орієнтованій стороні необхідні для визначення дирекційного кута (рис. 6.1). Знаючи величину δ , дирекційний кут сторони 42-43 визначають за формулою:

$$\alpha_{42-43} = \alpha_{52-54} + \Gamma_{42-48} - \Gamma_{52-54} + M(\gamma_{52} - \gamma_{42}),$$

де α_{52-54} - дирекційний кут вихідної сторони;

Γ_{52-54} - середнє значення гіроскопічного азимута, отриманого з пуску на вихідній стороні (допустиме розходження - 2');
 Γ_{42-45} - середнє значення гіроскопічного азимута, отриманого з пусків на орієнтованій стороні (припустиме розбіжність - 2');

$$\delta_\gamma = \mu (\gamma_{52} - \gamma_{42}),$$

де μ - різниця зближень меридіанів на 1 км різниці ординат точок стояння, яка визначається за таблицями в залежності від широти

γ_{52} и γ_{42} - ординати точок стояння гірокомпаса на поверхні і в шахті (з точністю до 0.01 км).

Виконання окремого пуску проводиться в такій послідовності.

1. Установка приладу

Гірокомпас центрується на одному з пунктів сторони (52 або 42). Вісь гіромотору орієнтується на північ (з точністю 20°), для чого гвинтом корпусу вісь оглядового вікна гіроприставки повертається на захід.

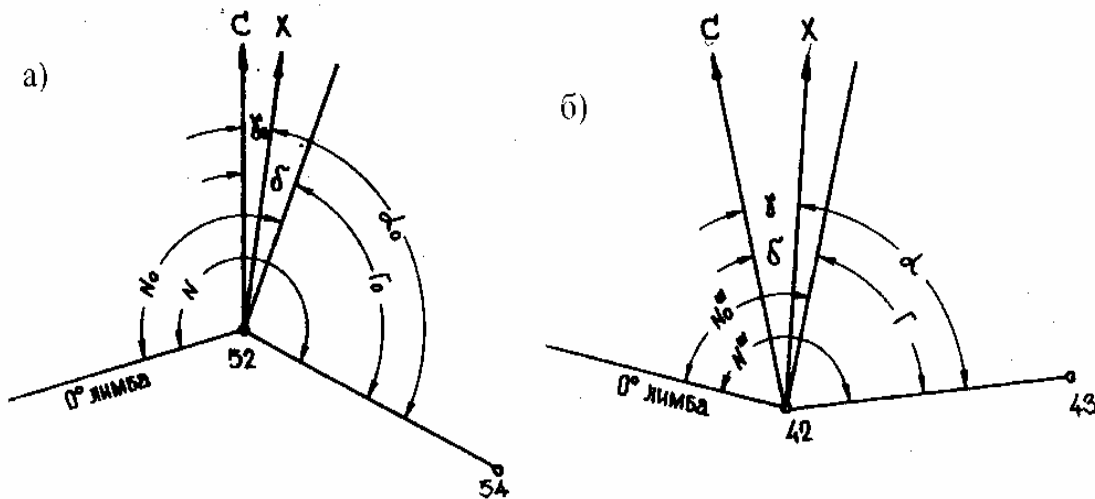


Рис. 6.1 - Схема виконання гіроскопічного орієнтування

2. Спостереження вільних коливань

Метою спостереження вільних коливань є визначення нуля-пункту торсіонна E_t . У процесі вільних коливань за шкалою автоколіматора беруться відліки n_1, n_2, n_3, n_4 , відповідні точкам реверсії рухомого бісектора (перпендикуляра до дзеркала ЧЕ) і n_k - відлік, відповідний положенню нерухомого бісектора (перпендикуляра до дзеркала гіроприставки).

Положення рівноваги вільних коливань обчислюється за формулою:

$$n_0' = \frac{\frac{n_1 + n_3}{2} + n_2}{2}; \quad n_0'' = \frac{\frac{n_2 + n_4}{2} + n_3}{2}$$

Якщо різниця $n_0' - n_0''$ не перевищує одного ділення автоколіматора вираховують n_0 :

$$n_0 = \frac{n_0' + n_0''}{2}.$$

В іншому випадку спостерігають додаткові точки реверсії.

Запис результатів вимірювань та обчислення роблять у спеціальному бланку (табл. 6.1). Сюди ж заносяться відлік n_k (зазвичай $n_k = 40$).

Різниця N'_{0T} і N''_{0T} не повинна перевищувати $30''$ в іншому випадку спостерігають додаткові точки реверсії.

6. Вимірювання примичного напрямку

У проміжках між точками реверсії вимушених коливань (близько 3 хв.) вимірюють примичний напрямок, причому вимірювання проводять двічі (на початку і в кінці пуску). При кожному вимірюванні зорув трубу наводять на інший пункт сторони при КЛ і КП і беруть відліку по лімбу.

Різниця двох вимірювань примичного напрямку має перевищувати $30''$. За результатами вимірювань обчислюють середнє значення примичного напрямку N , причому градуси беруть з відліків при КЛ.

7. Фіксування дзеркала корпусу гіроприставки

Положення дзеркала корпусу гіроприставки (нерухомий біс сектор) двічі протягом пуску фіксують відліками по лімбу. Практично це здійснюється таким чином: гвинтом при горизонтальному колі n_k відлік встановлює проти нерухомого біс сектора корпусу і беруть відліки по лімбу N'_k, N''_k .

Різниця N'_k і N''_k не повинна перевищувати $30''$.

Обчислюється середнє значення N_k :

$$N_k = \frac{N'_k + N''_k}{2}$$

При дотриманні передбачених допусків ЧЕ аретируючи і гірокомпас вимикається.

Подальша обробка пуску полягає в обчисленні наступних величин:

- Кута закручування $\psi = \varepsilon_T + \varepsilon_K$, де

$$\varepsilon_K = N_{0T} - N_K$$

- Поправки за закручування

$$\varepsilon = \frac{\psi}{D}, \text{ де}$$

D - добротність гірокомпаса;

- справжнього стану рівноваги осі гіромотора $N_0 = N_{0T} + \varepsilon$;

- гіроскопічного азимута, $\Gamma = N_\phi - N_0$, де

N_ϕ - середнє значення примичного напрямку.

Результати вимірювань та обчислення заносять у спеціальний бланк (табл. 6.1)

Дирекційний кут α_{42-43} , отриманий в результаті гіроскопічного орієнтування, порівнюють з α_{42-43} , отриманими в результаті робіт, виконаних у першій частині методичних вказівок.

Самостійна робота №7

Вивчення маркшейдерської гірничої документації та рішення задач за допомогою плану гірничих виробок

7.1 Вивчення маркшейдерської графічної документації гірничого підприємства

Маркшейдерська графічна документація гірського підприємства вивчається студентами під час індивідуальних робіт і оформляється у виді індивідуального звіту установленої форми.

Для вивчення графічної документації варто скористатися наступною літературою:

1. Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах та розрізах. - К.: Мінпалевенерго України, 2001.
2. Гірська графічна документація ДСТ2.850-75- ДСТ2.857-75.
3. Оглоблин Д.Н. и др. Маркшейдерское дело.- М.:Недра,1981.-704 с
4. Зразки маркшейдерських планів.

У звіті повинні бути освітлені наступні питання:

1 Найменування і перелік креслень маркшейдерської графічної документації гірського підприємства, перелік основних виробничих задач потребуючих обов'язкового використання графічної документації.

- 1 Вимоги, пропонувані до графічної гірської документації.
- 2 Опис зразків маркшейдерських планів при підземному способі розробки.
- 3 Опис зразків планів при відкритому способі розробки.

Примітка. При описі кожного зразка студент повинний показати цілісне сприйняття виробничих і технологічних процесів відбитих на даному маркшейдерському плані.

Варто утримуватися від механічного копіювання запропонованої літератури і, зокрема, описів, прикладених до зразків маркшейдерських планів.

Робота вважається зарахованою після перевірки звіту викладачем і усною співбесідою.

7.2 Рішення задач за основним планом гірничих виробок

Рішення задач виконується за планами гірничих виробок, виданих викладачем. Початкові дані для рішення задач також видаються викладачем.

Задача 1. Визначення глибини вертикального стовбура.

Глибина вертикального ствола H визначається алгебраїчною різницею висотних відміток устя Z_y і зумпфа Z_z .

$$H = Z_y - Z_z.$$

Задача 2. Визначення глибини горизонту гірничих робіт.

Горизонтом гірничих робіт H_{z2} є алгебраїчна різниця висотних відміток устя вертикального ствола Z_y і навантажувального пункту (бункера) скіпового стовбура.

$$H_{z2} = Z_y - Z_b.$$

Отримане значення округляється до метрів.

Задача 3. Визначення ухилу (кута нахилу) виробки.

Ухил виробки i (або ділянки) визначається відношенням різниці висотних відміток точок Z_{i+1} і Z_i виробок до проекції на горизонтальну площину відстані між цими точками l :

$$i = \frac{Z_{i+1} - Z_i}{l}.$$

Якщо на зазначених точках виробки відсутні висотні відмітки, кожену з останніх знаходять лінійною інтерполяцією з точністю 0,1м від двох найближчих точок з відомими відмітками.

Якщо $i > 0,050$, обчислюють кут нахилу виробки δ з точністю до градуса

$$\delta = \arctg\left(\frac{Z_{i+1} - Z_i}{l}\right).$$

Задача 4. Визначення дирекційного кута і довжини проектованої виробки.

Проектне положення виробок на плані намічає викладач.

Послідовність виконання задачі.

1. У початковій точці проекрованої виробки проводять напрямок, паралельний осі абсцис, і транспортиром вимірюють дирекційний кут осі виробки.

2. Визначають горизонтальну проекцію довжини виробки l .

3. За даними плану гірничих робіт визначають висотні відмітки ґрунту виробки на початку (Z_n) і наприкінці (Z_k) проекрованої виробки.

4. Обчислюють кут нахилу виробки по формулі:

$$\delta = \arctg\left(\frac{Z_n - Z_k}{l}\right).$$

5. Обчислюють довжину виробки L .

$$L = \frac{l}{\cos \delta}.$$

Задача 5. Визначення середньої довжини очисного вибою, середнього положення лави за місяць і видобуток вугілля з лави за місяць.

Послідовність виконання.

1. Визначають довжину проекції лінії вибою l_1 і l_2 (з урахуванням масштабу) відповідно на початок і кінець місяця. Обчислюють середню довжину лави в проекції на горизонтальну площину.

$$l = \frac{l_1 + l_2}{2}.$$

Примітка. При відпрацьовуванні лави по простяганню шару обчислюється середня довжина вибою в площині шару:

$$l_n = \frac{l}{\cos \delta},$$

де δ - кут нахилу шару у відпрацьованому місяці або поблизу його.

2. У характерних 2 - 3 точках визначають посування лави d по нормалі до лінії вибою й обчислюють середнє значення його за місяць:

$$d = \frac{\sum d_i}{n},$$

де n - кількість точок виміру,

d_i - просування лави в i^{iii} точці (з урахуванням масштабу).

Примітка. При відпрацьовуванні лави вхрест простягання шару обчислюється середнє значення посування лави в площині шару:

$$d_n = \frac{d}{\cos \delta}.$$

3. У відпрацьованому місяці або поблизу його вибирають потужності шару, що виймаються, і по його середньому значенню підраховується видобуток вугілля з лави:

$Q = l \cdot d \cdot m \cdot \gamma$ - для лави по простяганню шару;

$Q = l \cdot d_n \cdot m \cdot \gamma$ - для лави вхрест простягання шару.

де γ - щільність вугілля в ціліні $\left(\gamma = 1,35 \frac{m}{m^3}\right)$.

Задача 6. Для умов, розглянутих у задачі 5, визначити протяжність доставки вугілля від навантажувального пункту лави до центрального опрокиду в скіповому стволі.

Рішення задачі виконується в наступній послідовності.

1. За планом визначають шлях транспортування вугілля від середнього положення навантажувального пункту в розглянутому місяці до опрокиду в скіповий ствол.

2. Вимірюють лінійкою протяжність транспортування вугілля по кожній виробці і визначають загальну довжину транспортування з урахуванням масштабу плану гірничих виробок.

Виміри варто робити послідовно по напрямку транспортування вугілля, при цьому кінець доставки по попередній виробці приймається за початок доставки вугілля по наступній виробці.

Результати вимірів і обчислень по визначенню протяжності транспортування вугілля заносять у таблицю 7.1.

Таблиця 7.1. Протяжність транспортування вугілля від лави до центрального опрокиду.

№ п/п	Найменування виробок, по яким транспортується вугілля	Протяжність транспортування	
		мм.	м.
1	Відкаточний штрек пл. k_8	50	100
2	Ухил пл. k_8	48	96
3	Польовий відкаточний штрек	62	124
4	Виробки навколоствольного двору	25	50
Разом протяжність транспортування вугілля		185	370

Примітка. При визначенні довжини похилих виробок (при куті нахилу більше 20^0), варто враховувати кут нахилу.

У звіті по роботі крім описової частини і розрахунку необхідно прикласти до задач відповідні ескізи гірничих виробок, що пояснюють методику вимірів і всі значення, що беруть участь у розрахунках.

Робота вважається зарахованою після перевірки звіту викладачем і усною співбесідою.

Лабораторна робота №8

Визначення обсягу вийнятої гірничої маси способом горизонтальних рівнобіжних перетинів

Початкові дані: план гірських виробок горизонту гірничих робіт кар'єру (рис. 8.1)- видається викладачем.

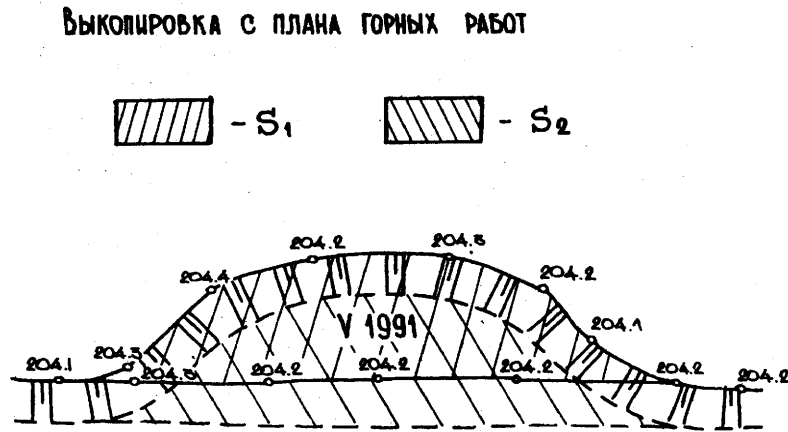


Рис. 8.1 - Викопіровка з плану гірничих робіт

планіметр.

Визначення площі планіметром є механічним способом визначення площі.

До складу полярного планіметра входять:

- полюсний і обвідний важелі;
- вантаж з голкою для кріплення до листа папера;
- один або два рахункових механізми;
- скло з обвідним індексом;
- ручка для обведення.

Рахунковий механізм полярного планіметра (рис. 8.2) складається з:

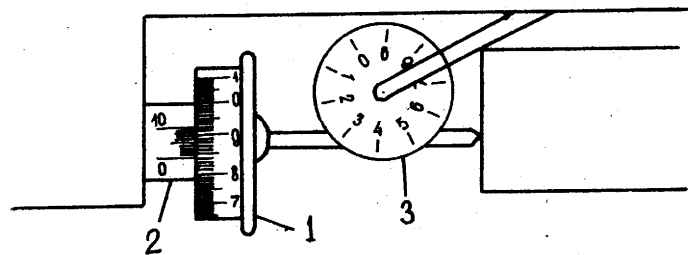


Рис. 8.2 - Схема відлікового пристрою полярного планіметра

- рахункового коліщати (1), що має 100 розподілів;
- верньєра (2) з десятьма розподілами.

Це дозволяє робити відліки до 1:1000 частки окружності коліщати. Крім того для реєстрації повних оборотів коліщати служить циферблат, з'єднаний з віссю рахункового коліщати (3).

Порядок узяття відліку з 4 цифр:

1. Відлік по циферблату (3).

Визначення обсягу вийнятої гірської маси способом горизонтальних перетинів роблять по формулі:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} \cdot h_{cp} \cdot k_p,$$

де S_1 і S_2 - відповідно площі виїмки, оконтурені верхньою і нижньою брівками уступу;

h_{cp} - середня висота вийнятого шару;

k_p - коефіцієнт розпушення гірської маси.

Для визначення площі і застосовується полярний

2. Відлік по рахунковому коліщаті (2 цифри) (1).

3. Номер відповідного штриха верньєра (2).

Визначення площі планіметром можливо двома способами: полюс планіметра усередині або поза вимірюваним контуром.

У даній роботі описаний другий спосіб (студенти можуть виконувати вимір будь-яким способом).

Порядок визначення площі:

1. Необхідно так закріпити вантаж на листі, щоб при обведенні всього контуру кут між важелями був у межах інтервалу $[30^0-150^0]$.

2. Обвідний індекс встановлюють у який або точці контуру. Беруть відлік по відліковому механізмі n_1 .

3. Обводять обвідним індексом контур площі до повернення в початкову точку. Беруть відлік n_2 .

4. Величина $n' = n_2 - n_1$ - величина площі, виражена в розподілах планіметра.

5. Знаходять значення площі n'' , повторивши п.2-4, але при цьому обведення контуру роблять у зворотному напрямку ($n'' = n_3 - n_4$).

6. Якщо $|n' - n''| \leq 3 \cdot \frac{n_{cp}}{100}$, де $n_{cp} = \frac{n' + n''}{2}$, то якість виміру площі можна вважати

задовільним, у противному випадку виміру варто повторити.

7. Знаючи ціну розподілу планіметра - 3 , знаходять площу по формулі

$$8. \quad S = 3 \cdot n_{cp}.$$

Для визначення величини 3 обводять фігуру, площу якої відома, тоді:

$$C = \frac{S_{изв}}{n_{cp}},$$

де $S_{изв}$ - відома площа фігури.

Зазвичай для обведення беруть квадрат координатної сітки.

Величину середньої висоти вийнятого шару h_{cp} визначають по формулі:

$$h_{cp} = \frac{\sum h_{cp}}{n},$$

$$\text{де } h_{cp} = Z_i^B - Z_i^H$$

Z_i^B, Z_i^H - абсолютні відмітки знімальних точок на верхній і нижній брівках уступу;

n - кількість різностей висот, узятих для розрахунку h_{cp} .

Результати вимірів і обчислень заносяться в таблицю 8.1.

Таблиця 8.1 - Результати вимірів планіметром

Горизонт	Відліки		$n' = n_2 - n_1$ $n'' = n_3 - n_4$	n_{cp}	$S = C \cdot n_{cp}, m^2$	h_{cp}	$V = \frac{S_1 + S_2}{2} h_{cp}, m^3$
	n_2 n_3	n_1 n_4					
1	9245	8732	513	512	5273,6	6,5	37157
	5642	5131	511				
2	7563	6963	600	598	6159,4		
	3456	2860	596				

Лабораторна робота № 9

Визначення обсягу порід і рослинного ґрунту, необхідного для рекультивації відпрацьованої ділянки способом вертикальних рівнобіжних перетинів

Початкові дані: зведений план гірничих виробок кар'єру з нанесенням контуру ділянки підлягаючої рекультивації (рис. 9.1).

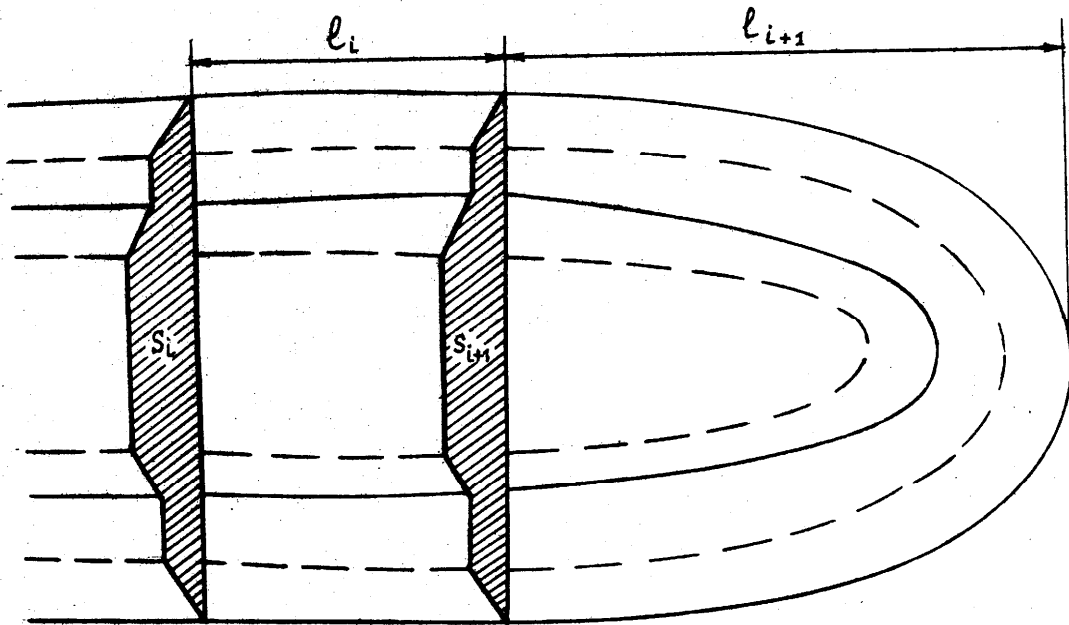


Рис. 9.1 - Викопіровка с плана гірничих робіт

Порядок виконання роботи.

1. На плані гірничих виробок у межах ділянки підмета рекультивації, наносять лінії перетинів рівнобіжними вертикальними площинами. Відстані між перетинами задаються викладачем.

2. Роблять побудову вертикальних перерізів по кожній лінії в масштабі плану.

3. Підрахунок обсягів виробленого простору роблять по наступних формулах:

$$V = \sum V_i,$$

де V_i - обсяг одного блоку.

а) якщо S_i і S_{i+1} відрізняються не більше ніж на 40%

$$V_i = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} \cdot l_i,$$

б) якщо S_i і S_{i+1} відрізняються більш ніж на 40%

$$V_i = \frac{S_i + S_{i+1} + \sqrt{S_i \cdot S_{i+1}}}{3} \cdot l_i,$$

в) для крайніх блоків

$$V_i = \frac{S_i}{3} \cdot l_i.$$

4. Підрахунок обсягу порід, необхідного для рекультивації:

$$V_n = \frac{V}{k_{\text{упл}}},$$

де $k_{уц}$ - коефіцієнт ущільнення гірської маси.

5. Визначення обсягу рослинного ґрунту:

$$V_p = \frac{S \cdot h}{k_{уц}}$$

де S - площа ділянки земної поверхні, що підлягає рекультивації;

h - висота шаруючи рослинного ґрунту (0,8м);

$k_{уц}$ - коефіцієнт ущільнення рослинного ґрунту.

Визначення необхідних площ виконується за допомогою планіметра за методикою, описаної в попередній роботі.

Самостійна робота №10

Геометричне нівелювання і побудова профілю траси

Мета роботи - побудова фактичного і проектного профілів траси й обчислення робочих відміток (величини зрізання і підсипання) на пікетах.

Роботу виконують бригади, що складаються з двох студентів. Звіт по роботі індивідуальний.

Викладачем визначається початок траси, висотна відмітка нульового пікету, напрямок і довжина траси нівелювання, відстань між пікетами і клас нівелювання. Після розбивки пікетів один зі студентів нівелює трасу в прямому напрямку, іншої - у зворотному напрямку. Методика виконання польових і камеральних робіт регламентується [3] і описується в пояснювальній записці до роботи.

Проектний ухил траси видається викладачем після ознайомлення з результатами польових вимірів і побудови фактичного профілю траси.

Профіль траси креслиться відповідно до [4].

Звіт по роботі складається з:

- пояснювальної записки;
- журналу (відомості) нівелювання;
- профілю траси.

Робота вважається зарахованою після перевірки викладачем і усною співбесідою.

Список літератури, що рекомендується

1. Оглоблин Д.Н. и др. Маркшейдерское дело.- М.:Недра,1981.-704 с.
2. Ушаков И.Н. Маркшейдерское дело.- М.:Недра,1989.- 312 с.
3. Инструкция по производству маркшейдерских работ.-М.: Недра,1987.-240 с.
4. ГОСТ 2.850-75 - ГОСТ 2.857-75. Горная графическая документация. М.:

Издательство стандартов,1983.-200 с.