

Лабораторна робота №4

Тема: Дослідження ексцентриситету алідади горизонтального круга теодоліта

Мета роботи: Засвоїти методику виконання дослідження ексцентриситету алідади горизонтального круга теодоліта

Прилади і інструменти: досліджуваний теодоліт __Т__ №_____, допоміжний теодоліт __Т__ №_____, штативи ШР-160 (2 шт.)

Короткі теоретичні відомості

Ексцентриситет алідади l – це відхилення осі її обертання від центра горизонтального круга (ГК). Ексцентриситет горизонтального круга $l_{ГК}$ – це відхилення центра ГК від його осі обертання (рис. 1).

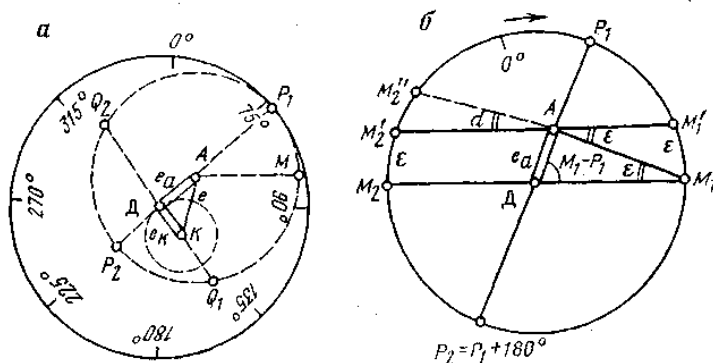


Рис. 1. Ексцентриситет алідади і лімба горизонтального круга

Відлік по горизонтальному кругу, що відповідає напрямку ЦО_А, тобто напрямку відхилення осі обертання алідади від центра ГК, називається напрямком φ_E ексцентриситету алідади. При установці алідади щодо нульового штриха ГК на кут φ_E чи $\varphi_A \pm 180^\circ$ помилка у відліках за рахунок впливу ексцентриситету буде дорівнювати нулю. А при установці алідади на кут $\varphi_A \pm 90^\circ$ вплив буде максимальним і визначається по формулі

$$\varepsilon = \frac{l \cdot \rho''}{R}, \quad (4.1)$$

де ε і l – відповідно кутовий і лінійний ексцентриситети алідади;
 R – радіус круга.

При установці алідади щодо нульового штриха ГК на будь-який довільний кут φ_i помилка у відліку за рахунок впливу ексцентриситету алідади буде визначатися за формулою

$$\bar{v}_i / 2 = \varepsilon \sin(\varphi_i - \varphi_E). \quad (4.2)$$

Графік цієї залежності буде у вигляді синусоїдальної кривої. Помилка за рахунок ексцентриситету виявляється при знятті відліків по діаметрально протилежних сторонах лімба. Тому що у відлік φ_i входить значення помилки $\bar{v}_i / 2$ з одним знаком, а у відлік $\varphi_i \pm 180^\circ$ входить значення $\bar{v}_i / 2$ з оберненим знаком, тоді в різницю відліків входить помилка v_i , що, виходячи з виразів (5.1) і (5.2) буде дорівнювати

$$v_i = 2\varepsilon \sin(\varphi_i - \varphi_E) = 2 \frac{l_A \rho''}{R} \sin(\varphi_i - \varphi_E). \quad (4.3)$$

У різницю відліків по діаметрально протилежних сторонах лімба можуть входити також і інші помилки. Наприклад, у теодолітах з односторонньою системою зняття відліків у помилка v_i при наведенні на одну і ту ж точку при двох положеннях вертикального круга входить також і подвійна колімаційна помилка v_0 . Тоді

$$\bar{v}_i = 2\varepsilon \sin(\varphi_i - \varphi_E) + v_0. \quad (4.4)$$

Синусоїда, побудована за формулою (5.4), буде зміщена від осі, по якій відкладається φ_i , на величину v_0 .

Методика дослідження ексцентриситета і ГК

При різних установках φ_i алідади (якщо береться ексцентриситет алідади) чи ГК (якщо досліджується ексцентриситет ГК) визначають значення v_i . Число установок для теодоліта Т5 і технічних теодолітів згідно ГОСТу 20063-74. Приймають $n=5$.

Тоді відліки φ_i будуть змінюватися від 0 до 360° з перестановкою на кут $\Delta\varphi = 360^\circ/N$. Виміри проводять прямим і зворотним ходами. Помилка v_i визначають по різниці відліків при візуванні на одну і ту ж при крузі ліво (КЛ) і крузі право (КП).

$$v_i = \check{I}_i - \check{E}_i, \quad (4.5)$$

При одній і тій же установці φ_i різниця між v_i у прямому і зворотному ходах не повинна перевищувати 15-20".

Для повторювальних теодолітів визначають тільки ексцентриситет алідади чи тільки ексцентриситет лімба, тому що величина ексцентриситету алідади не залежить від обертання лімба.

Для не повторювальних теодолітів окремо визначають і ексцентриситет алідади і ексцентриситет лімба, а потім визначають максимальну величину ексцентриситету.

Як візирну ціль при спостереженнях використовують сітку ниток коліматора (зорову трубу будь-якого допоміжного приладу, сфокусовану на нескінченність (при необхідності з підсвічуванням з боку окуляра).

Методика перестановки алідади на кут $\Delta\varphi$ для теодолітів типу Т5, Т15, Т30 наступна.

При КЛ повертають алідаду на кут $\Delta\varphi$ при нерухомому лімбі (ГК) і закріплюють її. Відкріплюють теодоліт у підставці і наводять трубу знову на точку. Знову горизонтують теодоліт. Точне наведення виконують навідним гвинтом алідади.

Перестановку ГК на кут $\Delta\varphi$ у неповторювальних теодолітах роблять установочною шестернею при нерухомій алідаді.

У теодолітах типу Т5 відліки L_i і Π_i беруть по лімбі досліджуваного теодоліта. У технічних теодолітах для підвищення точності визначення v_i застосовують додатково більш точний допоміжний прилад – теодоліт типу Т2 чи коліматор з ціною поділки шкали окулярного мікрометра 1-2". Методика спостереження при цьому наступна.

Труби приладів фокусують на нескінченність. При КЛ візують у трубу допоміжного приладу і установлюють відлік по лімбі допоміжного досліджуваного теодоліта, кратний ціні поділки шкали відлікового мікроскопа. Записують цей відлік у таблицю. Допоміжним приладом точно візують на сітку досліджуваного теодоліта. Двічі беруть і записують у таблицю відліки a' і a'' по шкалі мікрометра допоміжного приладу. Розбіжність між цими відліками не повинна перевищувати 2". Обчислюють і записують відлік $\dot{a}_{\text{нд}} = \frac{\dot{a}' + \dot{a}''}{2}$. Трубу

досліджуваного теодоліта переводять через зеніт і точно візують у трубу допоміжного приладу. Установлюють по лімбі досліджуваного теодоліта відлік, рівний $L \pm 180^\circ$. Допоміжним приладом знову точно візують на сітку досліджуваного теодоліта. Двічі беруть і записують у таблицю відліки b' і b'' по шкалі мікрометра допоміжного приладу. Обчислюють і записують відлік $b_{\text{нд}} = \frac{b' + b''}{2}$.

У такий же спосіб роблять вимірювання при наступних установках алідади лімба на відлік φ_i .

Наближену помилку v_{in} визначають по різниці відліків $\Pi_i - L_i$, узятих по лімбі досліджуваного теодоліта. Більш точно помилка v_i визначають по формулі $v_i = b_{\text{нд}} - \dot{a}_{\text{нд}}$, де $\dot{a}_{\text{нд}}$ і $b_{\text{нд}}$ – відліки по шкалі мікрометра допоміжного приладу. При цьому помилки v_i присвоюється той знак, який виходить по різниці відліків, узятих по лімбі досліджуваного теодоліта.

По різниці $\delta_i = v_{it} - v_i$ можна визначити помилку m дослідження ексцентриситету при взятті відліків тільки по лімбу досліджуваного теодоліта. При цьому $m = \sqrt{\frac{[\delta_i \delta_i]}{n}}$, де n – кількість спостережень.

Елементи ексцентриситету аліади (чи лімба) обчислюють по формулах:
напрямок ексцентриситету

$$\varphi_3 = \arctg \left(\frac{-[v_i \cos \varphi_i]}{[v_i \sin \varphi_i]} \right); \quad (4.6)$$

кутовий ексцентриситет

$$\varepsilon = \sqrt{\left(\frac{[v_i \sin \varphi_i]}{n} \right)^2 + \left(\frac{[v_i \cos \varphi_i]}{n} \right)^2}; \quad (4.7)$$

лінійний ексцентриситет

$$l = \frac{\varepsilon R}{\rho}. \quad (4.8)$$

Ординати v_i плавної кривої впливу ексцентриситету на різницю відліків по діаметрально протилежних сторонах лімба обчислюють по формулі (5.4). У цій формулі v_0 – подвійна колімаційна помилка. Її знаходять по формулі $v_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i$. По ординаті v'_i будують графік, з'єднуючи отримані точки плавною лінією (синусоїдою). На цей графік наносять вимірні значення v_i і з'єднують їх ламаною лінією – окремо в прямому і зворотному ходах (різними кольорами).

Якщо відхилення d_i вимірних значень v_i від синусоїди (\bar{v}_i) не перевищують для теодолітів типу Т5, Т15, Т30 відповідно 10", 15", і 20", то ексцентриситет має закономірний характер при вимірюванні кутів повними прийомами і систематична помилка за рахунок впливу ексцентриситету компенсується. Чим більше відхилення, тим більша випадкова систематична помилка за рахунок впливу ексцентриситету. Випадкову середню квадратична помилка впливу ексцентриситету на різницю відліків по діаметрально протилежних сторонах лімба модно визначити по відхиленнях $d_i = v_i - (\bar{v}_i)$, використовуючи формулу

$$m_p = \sqrt{\frac{[d_i d_i]}{n-1}}. \quad (4.9)$$

Максимальний лінійний ексцентриситет знаходять графічно. Відкладають у масштабі відрізок $ЦО_{ГК}$, який дорівнює значенню $l_{ГК}$ (рис. 1.) Від напрямку $ЦО_{ГК}$ по ходу годинної стрілки відкладають кут, рівний $\varphi_{ЭЛ} = \varphi_{ЭКГ}$. У цьому напрямку відкладають, у масштабі, відрізок $ЦО_A$, рівний l . На продовженні відрізка $О_A-О_{ГК}$ відкладають відрізок рівний $l_{ГМ}$. Отриманий відрізок $О_A-Ц$ дорівнює максимальному лінійному ексцентриситету аліади l_{Amax} . Максимальний кутовий ексцентриситет знаходять по формулі

$$\varepsilon_{Amax} = \frac{l_{Amax}}{R} \rho". \quad (4.10)$$

Завод-виробник гарантує величину максимального кутового ексцентриситету для всіх точних і технічних вітчизняних теодолітів типу Т5, Т15, Т30 відповідно 40", 2" і 5", тому що при вимірюванні кутів повними прийомами відбувається компенсація помилки за рахунок впливу ексцентриситету.

При вимірюванні кутів способом повторень, що зустрічається в маркшейдерській практиці, компенсації помилки за рахунок ексцентриситету не відбувається. Тому при значеннях максимального ексцентриситету для теодолітів типу Т5, Т15, Т30 відповідно більш 10", 15" і 30" спосіб повторень застосовувати не рекомендується.

Дослідження ексцентриситету алідади горизонтального круга

Дата “ ___ ” _____ 20__ р.

Теодоліт _____ № _____

$T_{\text{поч.}} = \text{___} \text{ } ^\circ\text{C}$

Допоміжний теодоліт _____ № _____

$T_{\text{зак.}} = \text{___} \text{ } ^\circ\text{C}$

φ_0	a_i'	a_i''	a_i (сер.)	b_i'	b_i''	b_i (сер.)	v_i	$v_i \cos \varphi$	$v_i \sin \varphi$	v_0	\bar{v}_i	d_i	$d_i d_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Прямий хід													
0°													
45°													
90°													
135°													
180°													
225°													
270°													
315°													
Зворотний хід													
360°													
315°													
270°													
225°													
180°													
135°													
90°													
45°													