

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИСТРОЇВ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ВРАХУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОЇ РЕФРАКЦІЇ

© Мороз О.І., 2002

Описано влияние особенностей устройств управления магнитоэлектрического и пластинчатого типа, которые являются узлами приспособлений для определения и учета вертикальной рефракции. В частности, неравномерности движения луча искажения его следа. Даны рекомендации с целью усовершенствования устройств.

In luence of the construction peculiarities of the electro-magnetic and layer structure types control devices for determination and registration of the vertical refraction, in particular, irregularity of the beam motion and distortion of it trace was described. The recommendations of it improvement was given.

Встановлено, що пристрої для визначення та врахування величини вертикальної рефракції, зокрема її аномальної складової, включають лазерний випромінювач, фотоелектричний давач-приймач та засіб керування напрямком лазерного променя [6 – 9, 13]. Очевидно, що до складових пристрою входять стандартизовані вузли, такі як лазерні випромінювачі; вузли, виконані на основі серійних або стандартизованих виробів чи елементів, наприклад, фотоелектричні давачі; а також засоби керування променем, запроектовані та виготовлені на основі елементів, які використовуються у інших галузях техніки, наприклад, такі як електромагнітні динамічні дифузори [11, 12], п'єзоактивні елементи запорних давачів [2, 3] тощо. На точність визначення рефракції впливають особливості кожної складової пристрою: стабільність напрямку лазерного випромінювання, роздільна здатність фотоелектричного давача, зміна форми сліду відбитого променя засобом керування променем-дефлектором тощо.

Зокрема на стабільність лазерного випромінювання впливає ступінь нагрівання, власне, випромінювача. У відповідній літературі є рекомендації щодо експлуатації лазерних випромінювачів, наприклад, попереднє прогрівання увімкненого лазера [4, 14], а також застосування колімуючих пристроїв [5].

Розроблені схеми фотоелектричних давачів на основі сегментних або квадрантних фотодіодів [7 – 9] дають можливість фіксувати положення енергетичної осі лазерного променя із середньою квадратичною помилкою не гірше 0,1 мм, фактично 0,02 – 0,05 мм. Таку точність забезпечує підбір відповідних фоточутливих елементів, наприклад, ФДК-142 [7 – 8].

Аналізу особливостей засобів керування променем приділялося, звичайно, менше уваги. У магнітоелектричних дефлекторів доцільно встановити зв'язок між амплітудою відхилень та величиною сили струму та напругою, що підведені до затискачів чутливого елемента дефлектора.

Залежність між шляхом Δ відбитої лазерної плями у площині приймача-давача визначають, враховуючи залежності кута відхилення α' відбитого променя та кута повороту відбивача α

$$\alpha' = 2\alpha = \arctg \frac{\Delta}{L}, \quad (1)$$

де L – довжина променя.

Оскільки α та α' малі кути

$$\Delta = 2\alpha L. \quad (2)$$

Величини, обернені до чутливості по відхиленню до величини сили струму i_c та напруги u_c мають вигляд

$$i_c = \frac{i}{\Delta} = \frac{K}{2LBSW}, \quad (3)$$

де i – сила струму; K – частотна характеристика дефлектора; B – магнітна індукція; S – активна площа витків; W – кількість витків;

$$u_c = \frac{u}{\Delta} \quad (4)$$

i та u – відповідно сила струму та напруга, підведені до затискачів.

Одержані залежності дають можливість встановити зв'язок між i_c та L , наприклад,

$$\alpha' = 2\alpha = \frac{i}{Li_c}. \quad (5)$$

На відбиття променя впливає нерівномірність його руху. Розгортка рівномірного руху променя, коли чутливий елемент дефлектора має резонансну частоту, є синусоїдальною. Проте, розгортка руху променя у турбулентній атмосфері є близькою до синусоїдальної [15]. Нерівномірність руху променя можна оцінювати відношенням його максимальної V_{max} та мінімальної V_{min} швидкостей

$$K_p = \frac{V_{max}}{V_{min}}. \quad (6)$$

Нерівномірність руху променя дещо згладжується, якщо розгортка використовується не повністю. Це можна порівняти із ситуацією, що виникає під час вимірювання рефракції за допомогою оптичних приладів, тобто фіксації піків амплітуди коливань зображень візирних цілей з деяким запізненням. Миттєве положення зображення фіксують наведенням труби на те місце розташування його, яке є фактично зміщеним внаслідок помилки відслідковування [10].

Відношення частки кута відхилення $\alpha_{вук}$ до його максимальної величини α_{max} являє собою коефіцієнт використання величини коливань μ

$$\mu = \frac{\alpha_{вук}}{\alpha_{max}}. \quad (7)$$

Коефіцієнти K_p та μ пов'язані між собою. Полишивши виведення формул, доцільно вдатися одразу до остаточного вигляду залежностей для максимальної та мінімальної швидкостей

$$V_{max} = \frac{ul}{2\mu}, \quad (8)$$

$$V_{min} = \frac{\omega l}{2\mu(1 - \mu^2)^{1/2}}. \quad (9)$$

У залежностях (8) і (9) l – шлях, що проходить лазерна пляма; ω – частота коливання. Ступінь нерівномірності руху променя можна виразити так:

$$K_p = (1 - \mu^2)^{1/2}. \quad (10)$$

Очевидно, що коли $\mu = 0, K_p = 1$, а коли $K_p = 0, \mu = 1$.

Окрім описаних особливостей зазнає зміни форми слід лазерного випромінювання. Під час коливань чутливого елемента площа відбивача утворює менший або більший кут падіння променя порівняно з кутом падіння, коли відбивач нерухомий. Залежно від цього відбитий промінь буде відповідно збіжним або розбіжним. Через відсутність деформацій відбивачів у магнітоелектричних дефлекторів деформації сліду лазерного променя є дещо менші порівняно з платівковими дефлекторами, коли власне платівка використовується як відбивач. Якщо позначити номінальну апертуру променя без спотворень d , то апертура променя, що збігається – d_1 , а розбігається – d_2 .

Спотворення оцінюють кутом спотворення ψ та коефіцієнтом лінійного спотворення $\beta_{\text{лін}}$. [1]. Кут спотворення характеризує збільшення або зменшення кутової розбіжності пучка світла після відбиття його від поверхні, що коливається.

Лінійними спотвореннями є зміни лінійних розмірів плями світла, наприклад, еліптичність, після відбиття променя від поверхні, що коливається. Коефіцієнт лінійних спотворень можна визначити так:

$$\beta_{\text{лін}} = \left[\frac{(d_2 - d_1)}{d_1} \right] \cdot 100 [\%]. \quad (11)$$

Кут спотворення через лінійні розміри плями визначають із співвідношення

$$\psi = 2 \arctg \left(\frac{d_2 - d_1}{L} \right). \quad (12)$$

Коефіцієнт лінійного спотворення $\beta_{\text{лін}}$ можна виразити через кут спотворення ψ так:

$$\beta_{\text{лін}} = \frac{L \cdot \tg \psi}{d' - L \cdot \tg \gamma} \cdot 100 [\%], \quad (13)$$

де d' – діаметр плями на поверхні дефлектора; γ – кутова розбіжність пучка світла.

Коли $L \gg d'$

$$\beta_{\text{лін}} = \frac{\tg \psi}{\tg \gamma} \cdot 100 [\%]. \quad (14)$$

Зв'язок між кутовими спотвореннями та амплітудою кута відхилення $\Delta\alpha$ пучка виражають через коефіцієнт $\beta_{\text{сн}}$

$$\beta_{\text{сн}} = \frac{\psi}{\Delta\alpha} \cdot 100 [\%]. \quad (15)$$

Із збільшенням апертури спотворення лазерної плями збільшуються.

Спотворення апертури пучка світла платівковим дефлектором можна зменшити, якщо застосовувати пучки з малою лінійною апертурою, або збільшувати жорсткість ділянки дефлектора, на яку потрапляє пучок світла.

Зменшувати площу робочої поверхні дефлектора недоцільно, оскільки це може бути пов'язано із перефокусуванням променя, збільшенням його кутової розбіжності та погіршенням роздільної здатності дефлектора. Збільшити жорсткість робочої поверхні можна наклеюванням додаткового відбивача із скла, металу тощо. Додатковий відбивач дає

можливість зменшити кутові спотворення, спрощує виготовлення дефлектора, а також, що дуже важливо, застосовувати ефективні відбивальні покриття.

Зрештою спотворення форми лазерної плями не впливає на зміну положення енергетичної осі випромінювання, якщо виключити деформації відбивача.

1. Апенко М.И., Дубовик А.С. Прикладная оптика. – М.: Наука, 1982. – 512 с.
2. Глозман И.А. Пьезокерамики. – М.: Энергия, 1972. – 288 с. 3. Глозман И.А., Власов П.В. Применение пьезокерамики. – М.: Знание, 1970. – 48 с. 4. Зацаринный А.В. Автоматизация высокоточных инженерно-геодезических измерений. – М.: Недра, 1976. – 248 с. 5. Кузьо И.В., Шевченко Т.Г. Расчет и контроль установки агрегатов непрерывного производства. – Львов: Вища школа, 1987. – 176 с. 6. Мороз О.І. Визначення та врахування дії аномальної складової вертикальної рефракції застосуванням магнітоелектричних пристроїв // Вісн. Рівненського держ. техн. ун-ту. – Рівне, 2002. – С. 332 – 338. 7. Мороз О.І. До питання врахування впливу вертикальної рефракції у термічно турбулентній атмосфері // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2001. – № 61. – С. 85 – 88. 8. Мороз О.І., Шевченко Т.Г. Визначення вертикальної рефракції та врахування її впливу // Інженерна геодезія. – К.: КНУБА, 2002. – № 45. – С. 186 – 193. 9. Мороз О.І., Шевченко Т.Г. Врахування аномальної вертикальної рефракції лазерного променя з використанням фотоелектричного датчика // Вісник геодезії та картографії. – 2002. – № 2. – С. 20 – 22. 10. Островский А.Л., Мороз А.И. Теория и практика флуктуационного метода определения вертикальной рефракции // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2000. – № 3. – С. 11 – 29. 11. Сапожков М.А. Электроакустика. – М.: Связь, 1978. – 272 с. 12. Светолучевые осциллографы / Хертель В., Деленхарт И., Кюбнер А.М. и др. – Л.: Энергия, 1965. – 347 с. 13. Спосіб визначення вертикальної рефракції: Деклараційний патент 46968 А. Україна, МПК 7G01C5/00 / Мороз О.І. (Україна) – № 2000127217. Заявл. 15.12.2000; опубл. 17.06.2002. Бюл. № 6. – 4 с. 14. Ямбаев Х.К. Специальные приборы для инженерно-геодезических работ. – М.: Недра, 1996. – 267 с. 15. Witte B., Deuben D. Возможности применения цифровой камеры для определения вертикальной рефракции // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2001. – № 2. – С. 130 – 139.